N xxi
19/

22102019267

52649

BIBLIOTECA ILUSTRADA DE GASPAR Y ROIG.

LOS TRES REINOS DE LA NATURALEZA.

MUSEO PINTORESCO

DE

HISTORIA NATURAL.

DESCRIPCION COMPLETA

DE LOS ANIMALES, VEGETALES Y MINERALES ÚTILES Y AGRADABLES;

su forma, instinto, costumbres, virtudes ó aplicaciones á la agricultura, la medicina, y las artes en general, comprendiendo mayor número de géneros que en todas las obras publicadas hasta el dia,

CON UN TRATADO DE GEOLOGIA,

ó teorías actuales sobre la formacion y revolucion del globo,

Y UN BOSQUEJO HISTORICO

de los progresos de las Ciencias naturales en general y en España:

OBRA ARREGLADA

sobre los trabajos de los mas eminentes naturalistas de todos los paises,

BUFFON,

BLANCHARD, BOITARD, BRONGNIARD, CAVANILLES, LOS CUVIER, DAUBENTON, DE CANDOLLE, HUMBOLDT, LOS JUSSIEU, LACEPEDE, LAGASCA, LAMARCK, LATREILLE, LESSON, LINNEO, D' ORBIGNY, ROUSSEAU, SAINT HILAIRE, SAINT PIERRE, VIREY, WERNER, ETC.

Con todos los descubrimientos posteriores hasta el dia.

BAJO LA DIRECCION

D. M M. J. DE GALDO

É ILUSTRADA

con una magnífica y numerosa coleccion de láminas en vista del natural, y los planos del Gabinete de Historia Natural y del Jardin Botánico de Madrid.

TOMO IX.

MINERALOGIA.



MADRID.
IMPRENTA DE GASPAR Y ROIG, EDITORES,
calle del Príncipe, núm. 4

1858.

22500

Wellcome Library
for the History
and Understanding
of Medicine

WELLCOME
LIBRARY
General Collections
M
QH100
555

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. welMOmec
Call
No.

ADVERTENCIA.

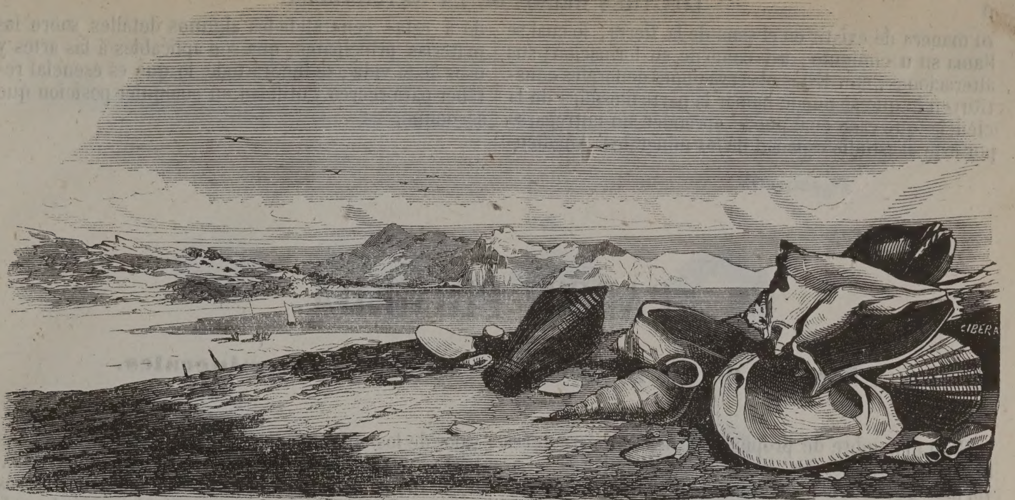
En los tomos anteriores hemos dado á conocer cuanto concierne á *los Reinos Animal y Vegetal*, que en conjunto forman *el llamado Reino Orgánico*. El presente contendrá todo lo concerniente *al Reino Inorgánico ó Mineral*, y con él quedará concluida nuestra obra.

De guia nos han servido en su confeccion los autores mas acreditados en este ramo de la ciencia de la Naturaleza. Werner, Haüy, Berzelius, Brongniart, Beudant, Lyell, Humboltd, Buffon, Elie de Beaumont, y otros varios no menos acreditados son los nombres de los autores á cuyas obras hemos recurrido.

La primera parte de este tomo está dedicada á la descripcion de los minerales ó materiales del planeta Tierra, esto es, á *la Mineralogia propiamente tal*. La segunda parte encierra y abraza cuanto se refiere al edificio del globo, formado ya por los materiales descritos en la parte primera, esto es, *la Geologia propiamente dicha*.

En todas ellas hemos procurado sobremanera dar importancia á los conocimientos de general aplicacion y utilidad, que forman el especial objeto de esta publicacion, cuya índole esencialmente popular nos ha obligado siempre á recordar el tan conocido precepto de Horacio:

Omne tulit punctum qui miscuit utile dulci.



MINERALOGIA.

NOCIONES PRELIMINARES.

La Mineralogia es la ciencia ó parte de la Historia Natural que se ocupa en reconocer, denominar, clasificar y describir los minerales, ya considerándolos como seres aislados unos de otros, ya estudiando las masas resultantes de su union, su estructura y su posicion en el globo. La denominacion de minerales no debe sin embargo hacer excluir como se ha creido frecuentemente los líquidos y fluidos aeriformes que se hallan naturalmente en la superficie de la tierra porque si el nombre de minerales no parece que les conviene mucho, no dejan de ser cuerpos brutos y no pueden ser comprendidos entre los que se consideran formados por medio de las fuerzas vitales.

Los cuerpos que son objeto de las investigaciones del mineralogista, pueden ser considerados bajo dos aspectos diferentes que constituyen dos ramas distintas en la ciencia. La una tiene por objeto estudiar las especies individualmente en su estado perfecto, en sus variaciones y sus alteraciones; establecer los caracteres que los distinguen, y pueden servir para hacerlos conocer, y clasificarlos de la manera mas conforme á las analogías que se descubren por el conocimiento de sus propiedades. Esta es la *mineralogia* propiamente dicha; pero para terminar la historia de cada especie, conviene ademas dar á conocer su manera de existir en el seno de la tierra y sus asociaciones naturales, aunque estas consideraciones pertenecen mas bien á la division siguiente, y en fin, es importante dar algunas ideas generales de los diferentes géneros de utilidad que estas sustancias pueden tener.

En la otra parte que se designa con el nombre de Geología ó Geognosia, se consideran los cuerpos brutos bajo aspectos mas generales. No se examinan las propiedades individuales de las especies; pero se considera el papel que desempeñan en la naturaleza; se estudian las grandes masas que constituyen la superficie del globo, su elevacion, su forma exterior, sus roturas y las degradaciones que han experimentado, su estructura interior, su composicion, las relaciones de posicion que afectan unas respecto á otras, y las de las diferentes capas de que suelen estar formadas; todo lo que se refiere á los fenómenos volcánicos, á los temblores de tierra, al calor interior del globo, etc., es tambien del dominio de esta parte de las ciencias naturales. Pero cualquiera que sea la extension de los objetos de que se ocupa, cualquiera que sean las consideraciones á que se eleve, la geologia actual no presenta sino hechos positivos procurando solo clasificarlos en el órden de sus relaciones naturales y sacando de ellos consecuencias inmediatas.

Con arreglo á las definiciones que hemos dado, es necesariamente el estudio de la mineralogia propiamente dicha, el primero que se debe hacer. En efecto, no podrian emprenderse ventajosamente la mayor parte de las investigaciones que son objeto de la geologia, sin haberse préviamente familiarizado con las especies minerales para poder reconocerlas en todos los casos á pesar de las numerosas variaciones de que son susceptibles, de otro modo se correria el riesgo de cometer una multitud de errores, tanto mas fáciles cuanto que en las grandes masas que constituyen la superficie del globo, los caracteres ordinarios de las sustancias pueden hallarse disfrazados, modificados por una multitud de circunstancias. Vamos pues á ocuparnos especialmente de los cuerpos brutos considerándolos bajo el punto de vista que forma el objeto de la mineralogia; pero antes de empezar el estudio especial de cada uno de ellos, debemos considerar de una manera general sus propiedades físicas y químicas á fin de deducir los caracteres propios para hacerlos distinguir unos de otros, y establecer las analogías ó las diferencias que conducen á la clasificacion. Tambien debemos presentar generalidades acerca de

su manera de existir en el seno de la tierra, lo cual se llama su nacimiento, asi como de su formacion, sus alteraciones, etc. Estas observaciones generales constituyen lo que se puede llamar la parte filosófica de la ciencia que cada cual puede aprender sin entregarse por esto al estudio especial de los minerales. Añadiendo á estas generalidades algunos detalles sobre las materias principales, que son aplicables á las artes y usos de la vida, se tendrá todo lo que es esencial retener para recreo y utilidad en cualquier posicion que se ocupe.

PARTE PRIMERA.

Estudio de las propiedades físicas de los minerales.

Bajo el nombre de propiedades físicas ó caracteres físicos de los minerales, se puede comprender: 1.° Las *formas* que pueden ser regulares ó irregulares, depender de la naturaleza de los cuerpos ó ser accidentales; 2.° Las *estructuras* que se hallan en el mismo caso que las formas; 3.° Las *propiedades ópticas* de las cuales unas son propias á los cuerpos, y otras dependen de la accion molecular ó de circunstancias extrañas; 4.° La *fosforescencia*; 5.° El *peso específico*; 6.° La *elasticidad*; 7.° Las *propiedades eléctricas y magnéticas*; 8.° La mayor ó menor resistencia á las acciones mecánicas que constituye la *dureza*, la *tenacidad*, la *flexibilidad*, la *ductilidad*; 9.° La accion sobre el tacto que comprende la mayor ó menor suavidad ó sequedad de los cuerpos, su facultad conductora para el calor; 10.° El *olor*; 11.° El *sabor*; 12.° La facultad de absorber ó desprender la humedad que ofrece la *adherencia á la lengua*, la *delicuescencia* ó licuacion en el agua tomada del aire húmedo, y la eflorescencia ó reduccion á polvo por la exposicion al aire.

CAPITULO PRIMERO.

DE LA FORMA DE LOS MINERALES.

La terminacion de las superficies, y mejor el modo de terminar las superficies de un mineral, se llama forma del mineral. Como estas formas pueden ser tan variadas y diversas, hay necesidad de ordenarlas ó clasificarlas, y asi en efecto se ha hecho por los autores aunque de modos muy distintos. Entre ellos Werner las clasificó en *indeterminadas*, *determinadas*, *regulares y heterogéneas.* Llamaba indeterminadas las que no tienen semejanza con cuerpo alguno: determinadas ó *imitativas* las que se parecen á cuerpos conocidos: regulares las que constan de planos y ángulos, y finalmente, heterogéneas las tomadas de cuerpos orgánicos. Esta division puede sustituirse por la que hace M. Beudant de formas *regulares*, *irregulares y heterogéneas*, que algunos impropiamente denominan *pseudo-mórficas*.

Las formas regulares ó geométricas reciben el nombre de *cristales*. Sus partes son *caras* ó planos, *aristas* ó ángulos driedros y *esquinas* ó ángulos sólidos. Toman los minerales formas cristalinas, ya en virtud de la disolucion como sucede en el alumbre, ya por la fusion como en el azufre, y tambien á veces por la volatilizacion como se verifica en el arsénico. Varias circunstancias, cuales son el espacio, tiempo y reposo, contribuyen al buen éxito de este acto, en que las moléculas minerales tienden á reunirse afectando formas geométricas. Ha sido denominado *cristalizacion*, y frecuentemente se usa esta palabra como sinónima de cristal; pero bueno será no confundir jamás la causa con el efecto.

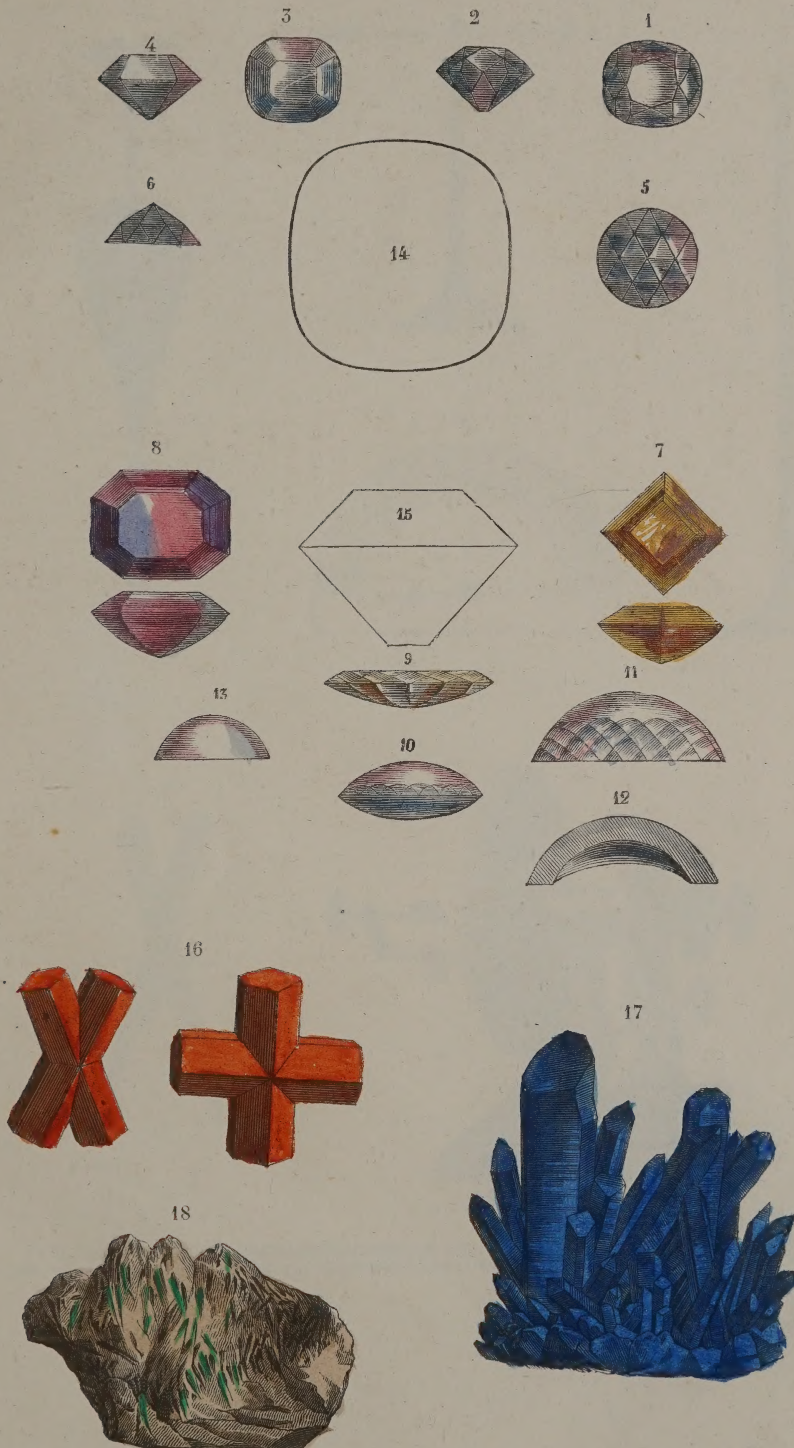
Romé de Lisle hizo ver por primera vez, que el valor de los ángulos diedros de los cristales era constante, y trató de medirlos. Haüy le secundó y se valió de instrumentos á propósito llamados *goniómetros*, esto es, medidores de ángulos. Divídense en de *aplicacion* y de *reflexion*. El mas usado es el de aplicacion ó de Carangeot, reformado despues por Haüy. Consiste en dos láminas de acero cruzadas y movibles á beneficio de un tornillo colocado en el punto de interseccion. Cuando se quiere hacer uso de este instrumento, se aplican las dos láminas sobre los planos cuya inclinacion se pretende medir, procurando al mismo tiempo que la coincidencia sea exacta. Convencidos de ella, se trasladan al semi-círculo graduado que es otra pieza del instrumento, las láminas ya sujetas por el tornillo. Colócanse en el centro del diámetro fijo del semicírculo, de modo, que una coincida por su extremidad mas larga con la division 0°, y la otra marque por dentro los grados y minutos del ángulo medido. Este modo de valuar los ángulos diedros solo sirve para hacerlo aproximadamente, y por esto en el dia se usan los goniómetros de reflexion llamados de *Babinet* y de *Wollaston* que determinan con bastante exactitud la inclinacion de las caras de un cristal si estas son lustrosas ó brillantes.

Prodigioso es el número de formas regulares que se observa en los seres del reino inorgánico; pero sin establecer ciertos principios generales, no es fácil el estudio de cuantas teorías se han propuesto para explicar esta parte de la Mineralogia, llamada *Cristalografía*, voz que significa descripcion de cristales. Segun M. Beudant, todos los cristales se reducen á seis grupos ó sistemas perfectamente distintos, pudiendo considerarse las formas que corresponden á cualquiera de ellos procedentes de una sola. En cada grupo hay una forma que se llama tipo, de la cual se derivan todas las demás. Los seis grupos se denominan: cúbico, prismático cuadrado, prismático recto rectangular ó romboidal, prismático oblicuo rectangular ó romboidal, prismático romboidal oblicuo, y romboédrico, ó bien se distinguen con los números 1.°, 2.°, 3.°, etc., segun el órden en que acabamos de citarlos.

Se explica el tránsito de unos cristales á otros en cada grupo, mediante la consideracion de unos planos mas pequeños que los ordinarios y llamados *facetas*. Las formas regulares en que no se encuentran facetas ó caras pequeñas, reciben el nombre de primitivas, al contrario de las otras que se llaman secundarias ó modificadas.

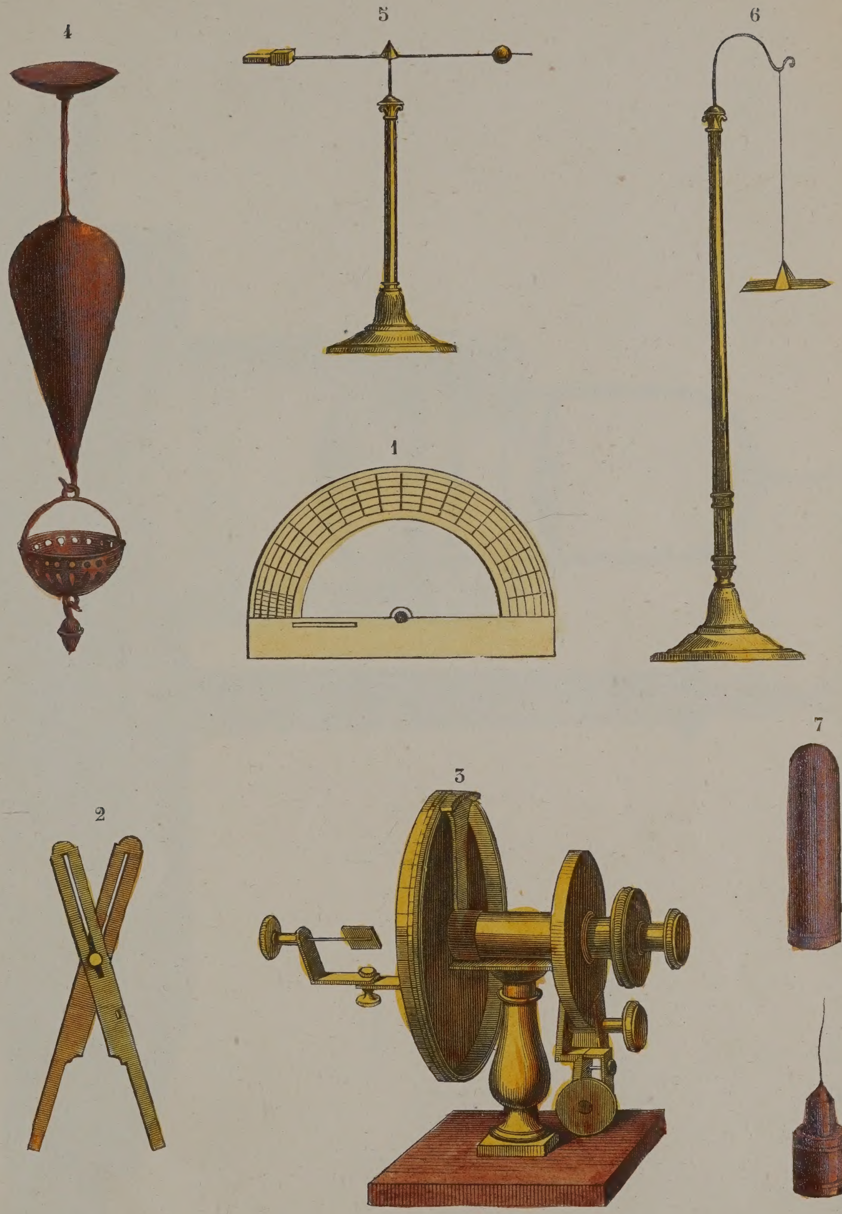
La observacion detenida ha justificado, que las alteraciones de los cristales estan sujetas á leyes mas ó menos constantes. Fundados los autores en este principio, establecen la proposicion siguiente como base fundamental de las modificaciones que sufren las formas regulares. Dice asi la proposicion: las partes de una misma especie en todos los cristales, se hallan modificadas del mismo modo, y las partes de diversas

Mineralogia.

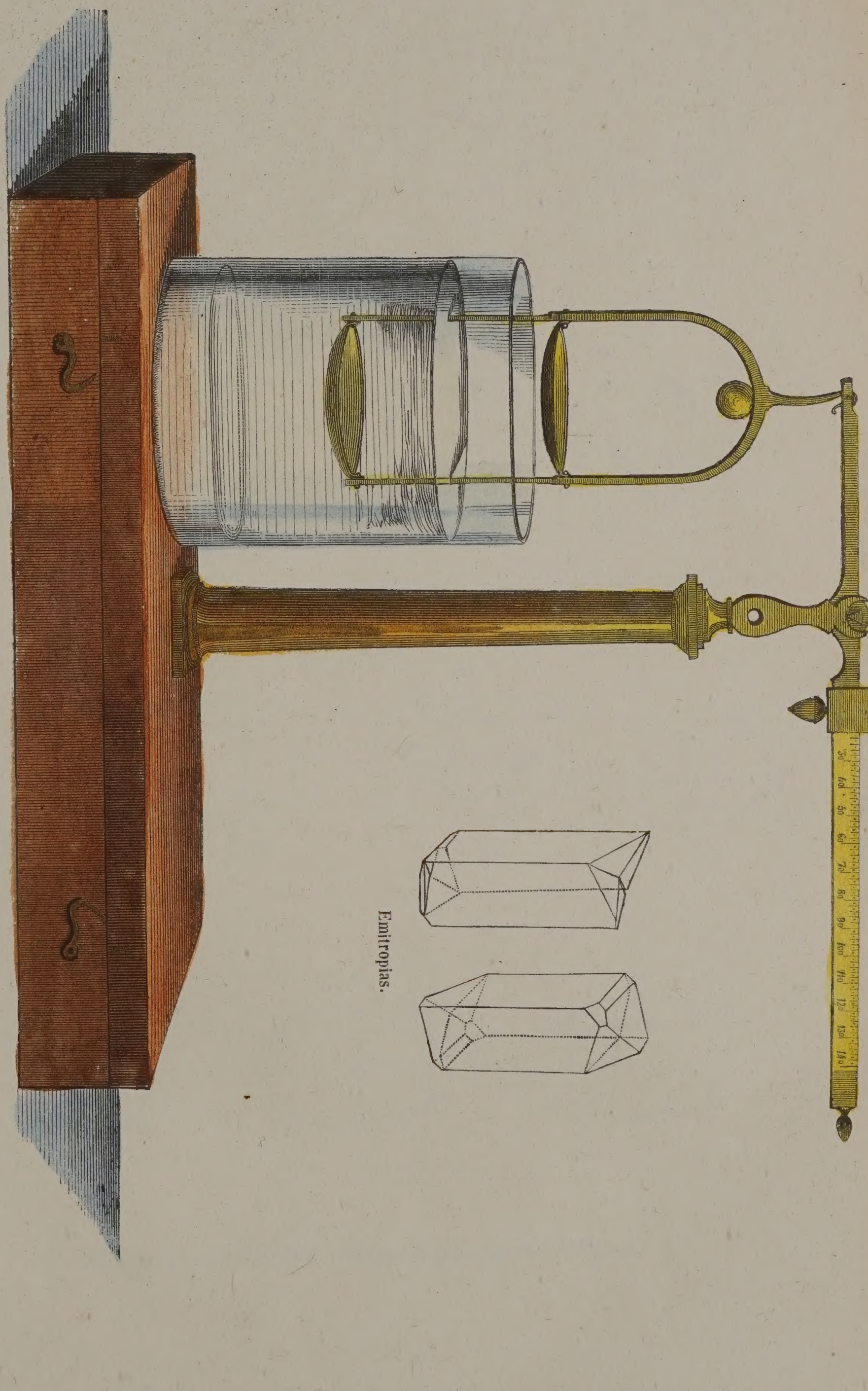


Figuras 1 y 2. Talla del diamante, llamada en *brillante.*—3 y 4 Brillante no recortado.—5 y 6 *Rosa.*—7 y 8. Talla ordinaria de las piedras de color.—9 Talla para piedras de bajos colores.—10 11 12 y 13. *Cabujones.*—14 y 15. Dimensiones y contorno del diamante *Regente* de Francia.—16. Maclas.—17 y 18. Grupos de cristales naturales.

Mineralogia.

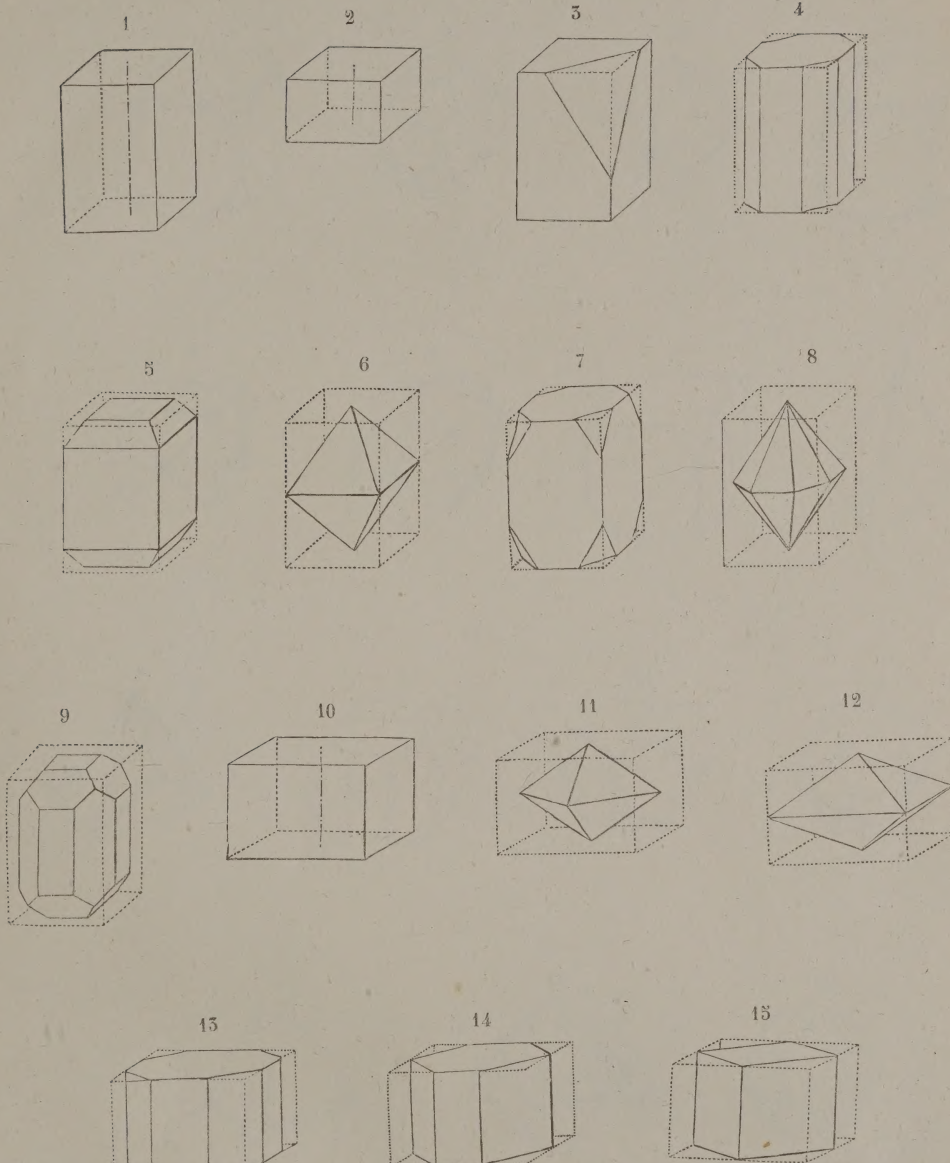


1 y 2. Compás y semicírculo graduado del goniómetro de aplicacion.—3. Goniómetro de Wollaston.—4. Gravímetro ó balanza de Nicholson —5. Electrómetro de Haüy.—6. Sosten de Turmalina.—7. Electróscopo de pelo de gato.

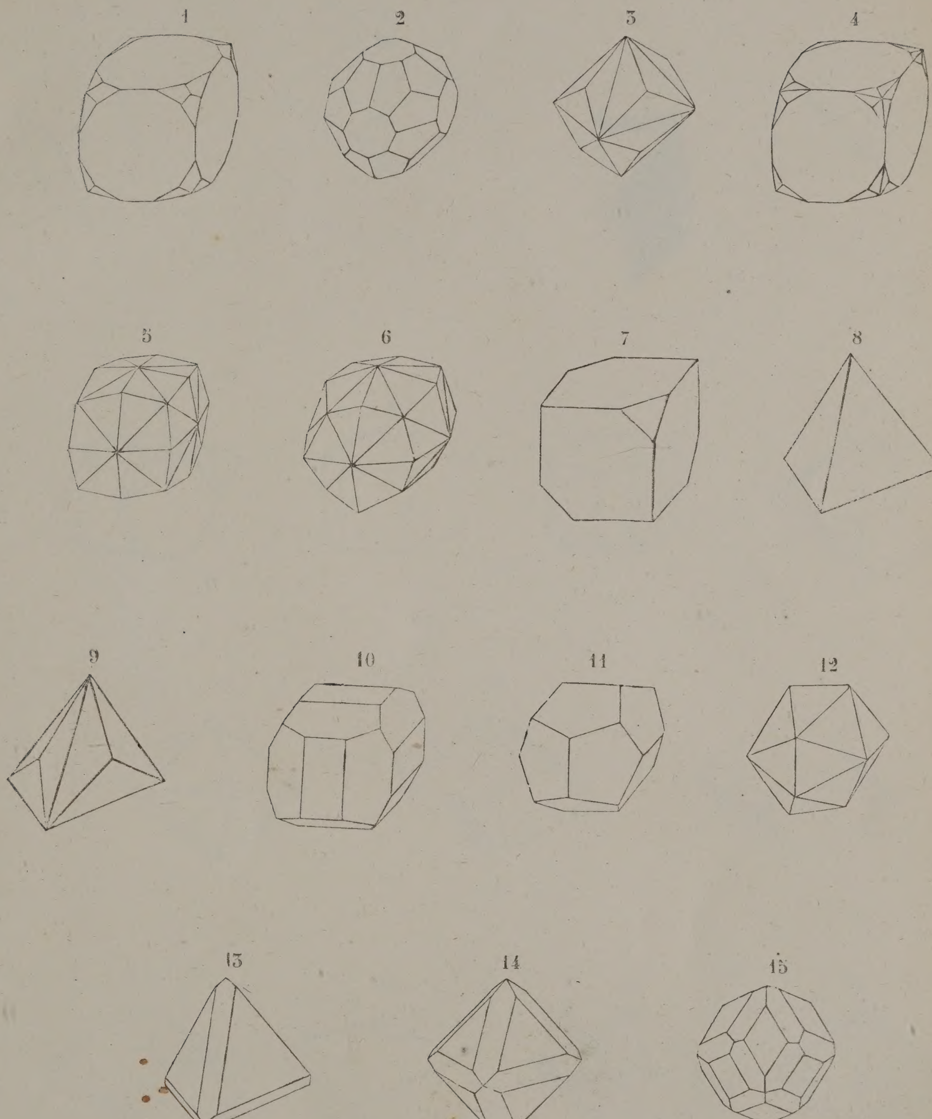


Balanza hidrostática para uso de los joyeros y reconocimiento de las piedras finas.

Emitropias.

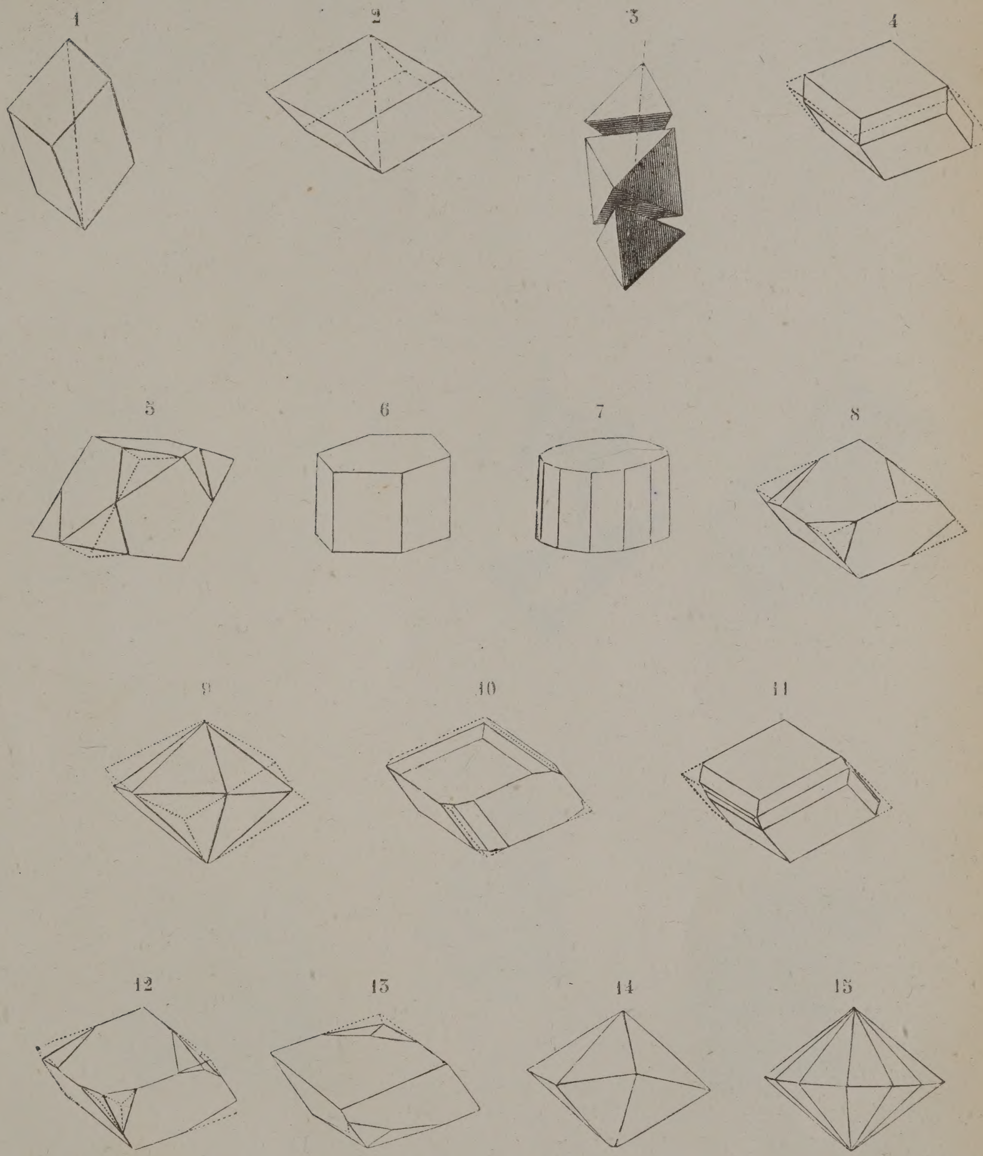


DEL 1 AL 15.—CRISTALES Ó FORMAS REGULARES MODIFICADAS.



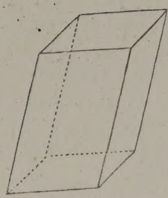
DEL 1 AL 15.—CRISTALES Ó FORMAS REGULARES MODIFICADAS.

Mineralogia.

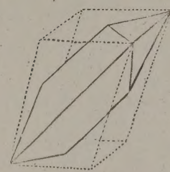


DEL 1 AL 15.—CRISTALES Ó FORMAS REGULARES MODIFICADAS.

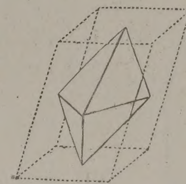
1



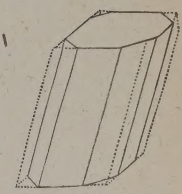
2



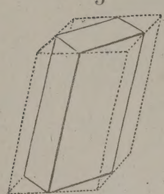
3



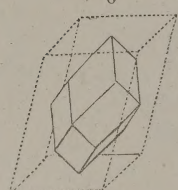
4



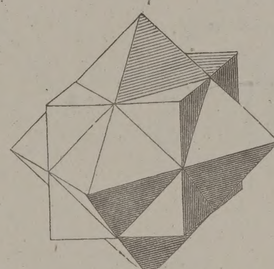
5



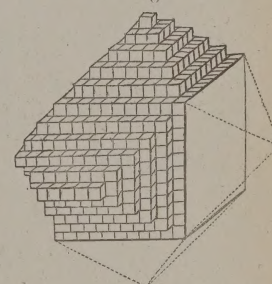
6



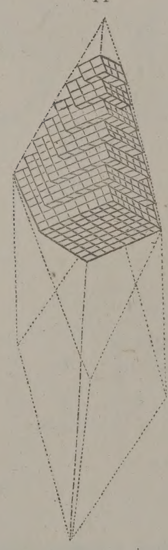
7



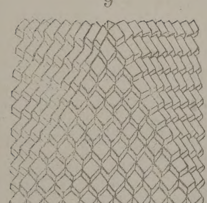
8



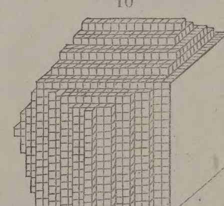
11



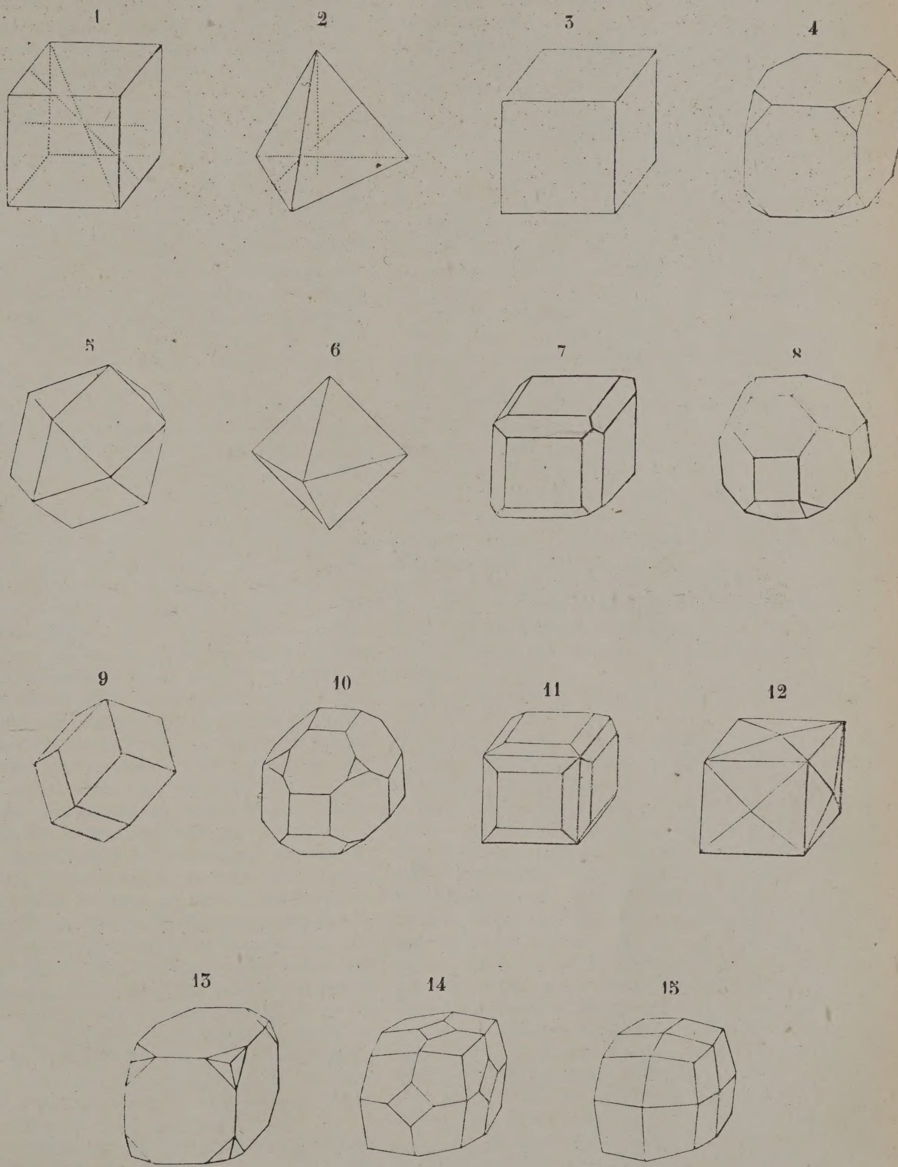
9



10



DEL 1 AL 11.—CRISTALES Ó FORMAS REGULARES MODIFICADAS.



DEL 1 AL 15.—CRISTALOGRAFIA. MODIFICACIONES Y FORMAS REGULARES DEL SISTEMA CÚBICO.

especies se hallan modificadas de distinto modo. Necesario será explicar qué se entiende por caras, aristas y esquinas de la misma especie, pues de lo contrario no podria comprenderse el teorema enunciado, base de la cristalografía actual. Se dice de una cara que es de la *misma especie* que otra, cuando es igual á ella y tiene la misma posicion relativa. Se dice lo mismo de una arista cuando se halla en la interseccion de planos de la misma especie, y tienen los de la una la misma inclinacion respecto de los de la otra. Por último, se llaman esquinas de la misma especie, cuando los ángulos diedros de que se componen son iguales entre sí.

Las formas tipos en los seis grupos anteriormente expuestos, son: en el 1.º, el octaedro de triángulos equiláteros y el cubo; en el 2.º, el octaedro de triángulos isósceles y el paralelipípedo de planos laterales rectangulares; en el 3.º, el octaedro de base rectangular ó romboidal y el paralelipípedo de base rectangular ó romboidal, siendo unos y otros verticales ú horizontales; en el 4.º, octaedros y paralelipípedos oblicuos, ya de base rectangular, ya de romboidal; en el 5.º, el paralelipípedo oblicuo de bases paralelógramas oblicuángulas, no habiéndose observado hasta ahora octaedro, y en el 6.º, el romboedro y el prisma exágono regular.

Conocida en resúmen la teoría cristalográfica de Beudant, expondremos tambien las de Werner y Haüy. Divide el primero todas las formas regulares en primitivas y secundarias. Llama primitivas á las siete siguientes: prisma, tabla, cubo, pirámide, octaedro, dodecaedro é icosaedro; sólidos todos descritos en la Geometría, excepto la tabla, que es, segun él, un prisma rebajado ó de menor altura que los ordinarios. Cuantas formas no sean las citadas, se llaman secundarias ó alteradas, por creer se han formado en virtud de tres alteraciones, que dice pueden sufrir las formas primitivas. Llámanse estas alteraciones truncamiento, biselamiento y apuntamiento. Consiste el truncamiento en la sustitucion de un plano á una arista ó esquina: el biselamiento se verifica, siempre que á un plano ó arista se sustituyen dos caras unidas en ángulo mas ó menos agudo, y por último, cuando á un plano ó arista se sustituyen por lo menos tres planos reunidos, se efectúa el apuntamiento. Haüy divide tambien las formas regulares en primitivas y secundarias, entendiendo por primitivas los núcleos de los cristales, y por secundarias los cristales mismos. Fúndase dicha division, en que habiendo logrado este célebre autor, por medio de una paciencia admirable, levantar diversas capas en los cristales, observó que muchas veces existia en el interior una forma muy distinta de la que aparecia en el cristal examinado. Reduce á tres tan solo las formas de los núcleos, á saber: tetraedros, prismas triangulares y paralelipípedos. Partiendo de este principio ha demostrado con bastante exactitud y por medio de una teoría llamada de decrecimientos, los cambios que un mineral puede sufrir en sus formas cristalinas.

El exámen repetido de los cristales hizo ver que las formas regulares del primer grupo eran en un todo iguales en los minerales que las presentaban. Así, un cubo de pirita de hierro en nada se distingue de un cubo de sal comun y de otro de galena. Este fenómeno, estudiado en el sistema cúbico por primera vez, se verifica del mismo modo en los demás, y se llama isomorfismo, mientras que se entiende por dimorfismo la propiedad que algunos minerales de la misma especie ó naturaleza química presentan, de cristalizar en formas pertenecientes á distintos sistemas. Se observó esta última propiedad en el carbonato de cal, que cristaliza en el sistema romboédrico y en el prismático recto rectangular. Algunos atribuyeron esta diferencia á la composicion química, suscitándose con tal motivo cuestiones muy debatidas. Se admite en la actualidad, que el dimorfismo depende de las circunstancias, en que se verifica la cristalizacion. Así el azufre disuelto en el sulfuro de carbono cristaliza por la evaporacion, en octaedros romboidales, y por la infusion en el sistema prismático romboidal oblicuo. El cobre fundido cristaliza en el sistema rectangular, y el precipitado por solucion sobre una lámina de hierro en el sistema cúbico.

A veces se presentan en los cristales ángulos mas ó menos entrantes, que se cree resultan de la inversion de sus dos mitades, dando una media vuelta sobre el eje, ó un sexto de vuelta. El ángulo formado en el primer caso se llama *hemitropía*, palabra que significa mitad de conversion, y el formado en el segundo, *trasposicion*. Así se explica la escotadura que presenta una variedad de yeso, denominada en *flecha*, la cual se supone procede de un prisma rectangular oblicuo, cuyas dos mitades, hecha la seccion por la diagonal mas larga que en él se pueda tirar y colocadas en sentido inverso, constituyen una grande falta de sustancia, que se asemeja á una flecha. Sucede con frecuencia que los cristales se cruzan, y entonces las formas resultantes se llaman maclas.

No siempre se encuentran los cristales aislados ó sueltos, y sí estan muchas veces confundidos unos con otros, ya regular, ya irregularmente. Cuando se unen con regularidad, constituyen cristales de la misma ó distinta forma aunque mayores. Si lo verifican irregularmente, las combinaciones producidas son en diverso grado caprichosas y variadas. Ya se juntan en todas direcciones, formando masas redondeadas con la superficie terminada por las aristas y esquinas de cada cristal, ya representan plantas ramificadas, salientes algun tanto de la superficie, llamadas *dendritas*, y ya por último estas dendritas, cuyo orígen es debido á cristales muy finos, se colocan alrededor de un eje dividido en ramas algun tanto redondeadas, resultando de aquí la configuracion llamada *coraloidea*.

Pasemos ahora á ocuparnos de las formas irregulares.

Cuantas formas no geométricas presentan los minerales, se llaman irregulares. Entre ellas las mas notables son las siguientes: 1.º las geodas, formas mas ó menos redondeadas que presentan una cavidad interior, tapizada á veces por cristales: 2.º las estalactitas y las estalagmitas, formas mas ó menos prolongadas y cónicas, constituidas generalmente por el carbonato de cal, y adheridas á la parte superior é inferior de los subterráneos, teniendo las estalactitas una base mas pequeña que las estalagmitas, por hallarse estas en el suelo de las grutas: 3.º las formas por retraccion, procedentes del infiltramiento de un mineral disuelto en las grietas mas ó menos poliédricas de los terrenos arcillosos, húmedos y desecados lentamente. Parécense á veces estas formas á las que afecta un panal de cera, y reciben, cuando sus huecos estan llenos, el nombre de *Ludus Helmontii*: 4.º los cantos rodados, formas angulosas en su orígen y despues mas ó menos esferoidales á causa del roce que han sufrido pasando por diversos terrenos. Cuando son sumamente pequeñas, reciben el nombre de granos. De lo dicho se infiere que los cantos rodados y los granos se encuentran en los terrenos llamados *acarreo*, por haber sido arrastrados por las aguas procedentes de las montañas, cuya parte elevada formaban, á las llanuras mas distantes de estas. Un ejemplo tenemos en los guijos y arenas, que se encuentran en las aguas de los rios.

Réstanos hablar de otra clase de formas que no pertenecen al reino inorgánico y sin embargo se estudian en él. Estas son las llamadas *heterogéneas*, denominacion que expresa su verdadera cualidad, á saber: la de reconocer un orígen distinto, pues son los fósiles. Divídense estas formas en *incrustaciones*, *moldes*

y *petrificaciones.* Cuando las aguas llevan en disolucion materias cargadas de carbonato de cal, depositan en su tránsito por diversos puntos una capa mas ó menos gruesa y sólida sobre los vegetales, animales y minerales. De aquí resulta muchas veces una forma, que no puede incluirse en las enunciadas hasta ahora por ser del reino orgánico, y que únicamente se estudia en este punto por la capa ó costra mineral que hace desconocer al pronto su orígen. Con mas frecuencia se verifica en los seres orgánicos, pues aunque en los minerales se observan tambien incrustaciones, su estudio se limita á las sustancias de que se componen. Por esto debieran llamarse *formas por incrustacion* y no incrustaciones, pues tal palabra solo da idea de no estudiarse la forma que se presenta, y sí la materia que constituye la capa externa.

Muchas veces hay formas minerales exactamente semejantes á una concha ó caracol, y no reconocen por orígen mas que la introduccion en sus cavidades de una materia mineral líquida, que por consiguiente tomó la forma del hueco en que se vació, llamándose por esta razon *moldes*.

Aveces tambien las moléculas orgánicas son sustituidas totalmente en una concha, hueso, madera, etc., por moléculas inorgánicas. En este caso presentan la forma que les es característica á mas de su tejido ó estructura, en términos, que una madera podemos creer se encuentra en su estado natural. Estas son las verdaderas *petrificaciones*, nombre que debe solamente aplicarse á este caso, y no al en que se presentan seres orgánicos sin convertir todavía en minerales, aunque de aspecto distinto que los de su especie, por haber perdido las partes volátiles. Sucede esto con frecuencia en los huesos y conchas que se presentan de color blanco, del mismo modo que si hubiesen sufrido una alta temperatura, por lo cual los autores antiguos los distinguieron con el nombre de *cuerpos calcinados*.

Cuanto hemos expuesto acerca de las formas, basta para comprender perfectamente la marcha de la ciencia.

CAPITULO II.

DE LA ESTRUCTURA.

Con esta palabra se designa la forma interior de los minerales. Se divide en regular é irregular. La regular se presenta al romper algunos cristales, pues cada fragmento es tambien un pequeño cristal, y aun sus partículas vistas al microscopio son figuras terminadas con regularidad. Se puede observar esta propiedad en la *sal comun*, cuyos fragmentos siempre presentan la forma cúbica, y en el *topacio*, que los presenta romboidales. Se ve la estructura irregular en aquellos minerales, que partidos nos dan siempre fragmentos de forma variable, como sucede en la *esmeralda*.

Comunmente se designa la estructura irregular con el nombre de *testura*.

Las divisiones naturales de los minerales se han llamado *crucero* ó *tránsito de hojas*, aunque mas frecuentemente se designan con esta voz las diversas direcciones en que estan colocadas sus moléculas, diciéndose en tal sentido crucero doble, triple, cuádruple, etc.

La estructura irregular puede presentarse modificada de varios modos, y de aquí su division en *escamosa, granosa, dentrítica, fibrosa, hojosa* ó *apizarrada* y *compacta*. Llámase escamosa la compuesta de pequeñas hojuelas colocadas en distintas direcciones; ejemplo: *mármol estatuario*: granosa la que consta de granos, ya gruesos, ya finos: dentrítica la que presenta bastante semejanza con formas de vegetales; ejemplo: *bismuto*: fibrosa la resultante de la agregacion de cristales mas ó menos delgados unidos por sus planos laterales, ó sea en el sentido de su longitud; ejemplo: *yeso*, *amianto*: hojosa ó apizarrada la constituida por láminas colocadas unas sobre otras; ejemplo: *pizarras*, y por último, compacta la que presentan minerales sumamente coherentes y sólidos, como son los *mármoles* y *jaspes*.

Algunos autores añaden á las dichas la *celular*, que consta de cavidades irregulares; ejemplo: *lavas*: y la *orgánica* ó sea la de los fósiles; ejemplo: *madera petrificada*.

Fractura. Háse confundido con mucha frecuencia la estructura bajo el nombre de fractura, pues para examinar aquella ha de preceder indispensablemente esta. Sin embargo, la palabra fractura únicamente se ha empleado para designar ciertas modificaciones de la estructura compacta. Reciben estas los nombres de *concheada* (por otros concoidea ó concoide), cuando presentan los fragmentos impresiones convexas y cóncavas, análogas á las del interior de algunas conchas, como se observa en el *pedernal*; de *astillosa* cuando se presenta un número mayor ó menor de fragmentos fáciles de separar, y por último, de *plana* cuando se presenta una superficie muy unida. Algunos añaden á estas las llamadas *vitrea, térrea, cérea*, etc.

Expuesto ya cuanto se refiere á la forma, estructura y fractura, caracteres que con la mayor parte de los autores hemos llamado *geométricos*, vamos ahora á tratar de todos aquellos que llevan propiamente el nombre de *físicos*, cuales son: *la refraccion sencilla y doble, el policroismo, el lustre, el color, la fosforescencia, la elasticidad, la ductilidad, la dureza, la tenacidad, el peso específico, la electricidad, el magnetismo, la frialdad, la crasitud, el olor, el sabor, el apegamiento á la lengua, etc.*

CAPITULO III.

CARACTERES OPTICOS DE LOS MINERALES.

Las propiedades ópticas de los minerales son de diferentes clases; hay unas que dependen de la naturaleza íntima de los cuerpos, de la disposicion de sus partículas, y de otras causas enteramente accidentales; las unas pueden ser por consiguiente de una gran importancia en las investigaciones mineralógicas; las otras apenas merecen ser tomadas en consideracion. En el número de las primeras se cuentan particularmente los fenómenos de la refraccion, de que vamos á ocuparnos.

Refraccion simple. Siempre que se mira un objeto cualquiera al través de un cuerpo claro no cristalizado, como el agua, varios líquidos, las materias vidriosas fundidas, ó al través de un cuerpo cristalizado que pertenecen al sistema cúbico, se ve por lo general el objeto simple. Fácilmente se puede observar que al través de dos caras paralelas, se ve siempre el objeto en su verdadero lugar, cuando el rayo luminoso que de él parte es perpendicular á dichas caras, tanto á la entrada como á la salida; pero se halla mas ó menos desviado cuando el rayo llega oblicuamente al cuerpo, ó sale oblicuamente de él por efecto de la posicion relativa de las superficies; esto se conoce fácilmente procurando mirar cualquier cosa al través de los lados de un prisma triangular. Esta circunstancia conduce á reconocer que el cuerpo diáfano ejerce sobre la luz una accion particular, en virtud de la cual todo rayo luminoso oblicuo experimenta un cambio de direccion, y se encuentra como quebrado en el sitio por donde penetra. Este fenómeno toma el nombre de *refraccion*, de la voz *refringere* romper.

Las leyes de la refraccion simple, que han sido estudiadas detenidamente hace mucho tiempo, se reducen á las tres observaciones siguientes, que la experiencia establece de la manera mas positiva.

1.ª Cuando un rayo luminoso pasa oblicuamente

del aire atmosférico en que estamos envueltos, á la mayor parte de los cuerpos, se quiebra de manera que se acerca á la perpendicular en el punto de inmersion, como si sufriera una atraccion por parte de aquel cuerpo; el fenómeno se verifica en sentido inverso cuando el rayo luminoso vuelve á pasar del cuerpo refringente al aire.

2.ª La parte incidente del rayo luminoso y la parte refractada, se hallan en un mismo plano perpendicular á la superficie refringente.

3.ª En la misma sustancia existe para cada rayo simple, una relacion constante entre el seno del ángulo de incidencia y el del ángulo de refraccion, cualquiera que sea la oblicuidad del rayo directo sobre la cara refringente. Esta relacion varía por lo general de una manera mas ó menos apreciable de una sustancia á otra.

Esta última ley puede ofrecer el medio de distinguir las diferentes sustancias minerales transparentes unas de otras. Buscando para cada cuerpo la relacion del seno de incidencia con el de refraccion, se obtiene lo que Newton ha designado con el nombre de *poder refringente* de los cuerpos, de que se forman tablas como la del peso específico. Pero este modo de distincion no puede tener utilidad sino para sustancias químicamente puras; porque á poca mezcla que tengan, el rayo observado en la emergencia tendrá una direccion particular, resultado de la suma de las acciones diversas y desconocidas que habrá experimentado en su trayecto al través del cuerpo; es pues difícil sacar partido de él para reconocer las sustancias minerales, que rara vez estan puras.

Refraccion doble. Si las sustancias no cristalizadas, y las que pertenecen al sistema cúbico, no producen otro efecto sobre la luz sino el de cambiar mas ó menos la direccion del rayo luminoso, no asi las sustancias cristalizadas que pertenecen á cualquier otro sistema. Todas sin excepcion hacen que el rayo luminoso se divida en dos haces, de manera que si se mira un objeto cualquiera, y sobre todo un objeto muy pequeño al través de estas sustancias en ciertas direcciones, se le ve constantemente doble. Esto se puede observar fácilmente con un romboedro de carbonato de cal transparente; basta colocar este sólido por una de sus caras sobre los caracteres de un libro ó sobre un papel donde se haya trazado una línea de tinta muy fina, para verlos dobles cuando se mira por la cara opuesta.

La observacion demuestra que en los cristales cuyas caras son simétricas alrededor de una línea única, como en los sistemas romboédrico y prismático cuadrados, uno de los rayos luminosos sigue exactamente las leyes de la refraccion ordinaria; es decir, que el rayo refractado y el rayo incidente, se hallan en un mismo plano perpendicular á la superficie refringente, y que el seno de refraccion está en una relacion constante con el seno de incidencia. El otro rayo sigue leyes particulares; por una parte solo en ciertos casos se halla en el plano de incidencia; por otra el seno de refraccion no se halla en relacion constante con el seno de incidencia en la cara refringente. Con arreglo á estas observaciones, el primero de estos rayos se llama *rayo ordinario*, y el otro *rayo extraordinario.*

Ejes de refraccion doble. Cuando se examinan atentamente las sustancias dotadas de la doble refraccion, se advierte bien pronto que no presentan indiferentemente este fenómeno, cualquiera que sea el sentido en que las atraviese el rayo luminoso. En efecto, en las sustancias que pertenecen al sistema romboédrico ó al sistema prismático recto de bases cuadradas, los cristales que presentan caras perpendiculares ó paralelas al eje, no dan doble imágen cuando el rayo las atraviesa perpendicularmente á estas caras. Fácilmente se puede observar esto, con un prisma exagonal de carbonato de cal transparente, que presenta las dos clases de caras. Si se coloca el prisma por una de sus bases sobre un punto de tinta trazado en un papel, y se mira por la cara superior, colocando el ojo perpendicularmente á aquella cara, no se ve mas que una imágen; pero separándose un poco de la perpendicular, á un lado ó á otro, se ven al momento aparecer dos imágenes, y si se hace el experimento con las precauciones convenientes para medir la separacion, se ve que es constante en una misma inclinacion, cualquiera que sea el plano de incidencia. Tambien se puede observar fácilmente, que en todos casos, las dos imágenes, se hallan con el rayo directo en un mismo plano perpendicular á la superficie refringente, y esto se distinguirá mejor, si en lugar de un punto de tinta, se traza una línea recta sobre el papel; porque entonces las dos imágenes se hallaran colocadas una sobre otra y se confundiran en una sola, mas negra hácia el medio que en los dos puntos extremos, donde la una excede á la otra.

Si en lugar de colocar el cristal prismático sobre una de sus bases, se le coloca igualmente sobre un punto de tinta, por una de sus caras laterales, y se mira por la otra, se observará que no hay mas que una imágen en la posicion perpendicular del ojo, é imágenes dobles en las incidencias oblicuas. Pero no sucede en este caso como en el anterior; por un lado la desviacion de las imágenes varía con la posicion del plano de incidencia del rayo directo; por otro no hay mas que dos posiciones en que las imágenes se encuentren con el rayo directo en un mismo plano perpendicular á la superficie refringente.

Por otra parte la observacion demuestra tambien que cuando el rayo extraordinario y el rayo directo se hallan en un mismo plano perpendicular á la superficie refringente, lo cual se verifica en el caso de paralelismo ó de perpendicularidad de este plano con el eje del cristal, existe una relacion constante entre el seno de refraccion extraordinaria y el seno de incidencia, cualquiera que sea la inclinacion del rayo directo.

Segun estas observaciones, la refraccion extraordinaria parece verificarse por relacion al eje del cristal, como la refraccion ordinaria por relacion á una superficie refringente cualquiera. Asi pues, el fenómeno se verifica en la refraccion extraordinaria, como si el eje poseyera una fuerza particular, capaz de atraer ó de repeler, segun la naturaleza de las sustancias, una parte de las moléculas, separándolas del hacecillo ordinario. Esta manera de expresarlo, que es cómoda para la teoría, podria ser igualmente adoptada en las leyes de refraccion ordinaria; porque se diria del mismo modo, que allí sucede como si la perpendicular del punto de inmersion tuviera la propiedad de atraer el rayo total, cuando el cuerpo es mas refringente que el aire atmosférico, ó de repelerle cuando es mas raro. Para expresar esta idea de accion, se ha designado el eje cristalino de una molécula material que pertenece á uno de los dos tipos que hemos citado con el nombre de eje de doble refraccion.

Relaciones entre los ejes de doble refraccion y las formas cristalinas. Todas las sustancias cuyos cristales se pueden reducir á una forma simple, que tienen todas sus caras simétricamente dispuestas con relacion á una línea, y á igual distancia de esta línea, no poseen mas que un solo eje de doble refraccion; tales son todas las que pertenecen al tipo romboédrico ó al tipo prismático de bases cuadradas. Todas las demás cuyos cristales no pueden reducirse sino á formas que no tienen estas condiciones, poseen dos ejes de doble refraccion; es decir, que existen en el interior de estos cuerpos dos direcciones, por las cuales un rayo luminoso podria atravesarlas sin sufrir division; tales son todas las sustancias que se refieren al tipo pris-

mático rectangular recto, y á los diferentes tipos prismáticos oblicuos.

Estas importantes observaciones que se deben á Brewster, demuestran positivamente que los fenómenos de la doble refraccion, dependen inmediatamente de la disposicion de las partículas materiales del cuerpo; pero existen aun otros hechos que establecen mas y mas esta consecuencia. En primer lugar, en las sustancias de un eje, este eje no se halla colocado al azar; se confunde siempre con la línea única respecto á la cual se hallan ordenadas todas las modificaciones cristalinas. En las sustancias de dos ejes, estos tienen en general relaciones simétricas con las modificaciones cristalinas de que son susceptibles estas sustancias; determinan un plano que es siempre uno de aquellos en torno de los cuales se colocan simétricamente las caras secundarias; su posicion sobre este plano es igualmente simétrica con cierto órden de caras, y es tal, que se hallan colocados entre dos caras de la misma especie, ya primitivas, ya secundarias, con las cuales forman ángulos iguales, de donde se sigue que la línea media entre estos dos ejes, es decir, la línea que divide en dos partes iguales el ángulo que forman entre sí, es el eje del uno ú otro de los géneros de octaedros que se pueden tomar por forma fundamental, en alguno de nuestros tres últimos tipos cristalinos. Sin embargo, parece que no es así, porque Mittcherlich ha observado en algunas sales, que la línea media de los ejes ópticos se hallaba desigualmente inclinada sobre las caras correspondientes de los cristales.

Aplicacion de estos hechos. Los fenómenos de doble refraccion son mucho mas importantes para la distincion de los cuerpos, que los fenómenos de refraccion simple; estos son efectos moleculares que dependen únicamente de la estructura del cuerpo, y que no sufren alteracion alguna por parte de las materias extrañas que pueden hallarse mezcladas con la sustancia que se examina, ya sea mecánicamente, ya por la especie de combinacion que se forma en proporciones indefinidas.

La comparacion de la composicion de los cuerpos con sus formas cristalinas, rigorosamente determinadas, nos manifiesta que sucede frecuentemente el que la identidad ó diferencia de forma, ocasione identidad ó diferencia de naturaleza; ahora bien, los detalles que hemos dado, nos hacen ver que el modo de refraccion puede indicar con precision la forma ó por lo menos el sistema de forma de que es susceptible una sustancia, aun cuando se nos presente en fragmentos irregulares, en hojas ó en pedazos cortados y pulimentados; así pues la observacion de estos fenómenos, puede suministrar datos preciosos sobre la naturaleza de las sustancias. Una sustancia que no presenta doble refraccion, no puede referirse sino al sistema cúbico, y por consiguiente no puede confundirse con ninguna de las sustancias que se refieren á los otros sistemas. Así, con solo la observacion de esta circunstancia, no podrá nunca confundirse la sustancia llamada *Zircon* con la que los alemanes han denominado *Kalenstein*, y que ambas se conocen en el comercio con el nombre de jacinto; la primera posee la doble refraccion, y la segunda no ofrece ningun indicio.

Entre las sustancias que poseen la doble refraccion, la presencia de un solo eje ó de dos ejes de doble refraccion, nos ofrece grandes diferencias, puesto que un solo eje indica ó el sistema romboédrico ó el sistema de prisma recto de bases cuadradas, mientras que los dos ejes indican uno de los otros tres sistemas, que son incompatibles con los primeros. Así por este carácter se distinguirá siempre el carbonato de cal ordinario del aragonito, porque el primero no posee mas que un solo eje de doble refraccion, y el segundo posee dos. Del mismo modo se distinguirán dos grupos de sustancias muy diferentes entre la multitud de sustancias que ciertos caracteres exteriores hacen confundir bajo el nombre de *mica* en todas las obras de mineralogia; en efecto, hay un cierto número de estas micas que no poseen mas que un solo eje de doble refraccion, y que por consiguiente no pueden pertenecer mas que al sistema romboédrico ó al sistema prismático de bases cuadradas; las otras poseen dos ejes de doble refraccion, y no pueden por consiguiente pertenecer sino al uno ó al otro de los tipos prismáticos irregulares.

Transparencia, translucidez, opacidad. Se dice que un cuerpo es transparente ó diáfano, cuando los rayos luminosos le penetran lo suficiente para que se pueda distinguir con claridad un objeto que se mira al través de él. Pero esta propiedad de los cuerpos puede ser alterada de muchas maneras; por los diferentes grados de pulimento de las superficies; por la intensidad de los colores; por la disposicion mas ó menos irregular de las partículas integrantes, las diferentes estructuras de las masas, etc.; de aquí resultan diferentes matices entre la transparencia perfecta y la opacidad. Estos matices se distinguen en general por las expresiones de *semi-transparencia* y de *translucidez*, que se reemplazan algunas veces por otras que tienen la ventaja de fijar mas perfectamente las ideas; así se dice, por ejemplo, *transparencia lechosa.* Los cuerpos son semi-transparentes, cuando no se ven al través de ellos los objetos sino confusamente; son translucientes, cuando no permiten distinguir los objetos, pero dan todavía paso á la luz, y se distinguen los casos en que la translucidez existe en un gran espesor, y en que solo se manifiesta en los bordes de los fragmentos.

Cuando no se observa ninguna claridad al través de un cuerpo, se dice que es opaco. Esta opacidad puede provenir de un gran número de causas diferentes, y resulta quizá del espesor del cuerpo; así un gran número de materias que nos parecen ordinariamente opacas, se vuelven translucientes y aun transparentes, cuando se han reducido á placas ú hoyas delgadas; los cuerpos muy coloreados nos ofrecen frecuentemente ejemplos. Tambien puede depender de la disposicion confusa de las partículas, cada una de las cuales, tomada aisladamente, puede ser perfectamente transparente; esto es lo que vemos en las sustancias de estructura luminosa, fibrosa, granugienta, etc., que son siempre opacas á no ser en los fragmentos pequeños, cuya estructura es en cierto modo simple, ó cuando las partículas son muy pequeñas, en cuyo caso la masa parece mas ó menos trasluciente cuando tiene poco espesor. Estas circunstancias dependen de que la luz, atravesando estas partículas, echadas unas sobre otras al azar, se encuentra reflejada y refractada de mil maneras y en todos sentidos. En fin, la opacidad puede provenir de la interposicion de algunas materias extrañas, ya sean sólidas, ya líquidas: el primer caso se manifiesta con frecuencia en los fenómenos de coloracion; el segundo es casi siempre un resultado de descomposicion, sobre todo en las sustancias en que el agua entra como parte constitutiva; así basta muchas veces dejarlas empapar en este líquido, para que recobren mas ó menos transparencia. Esto es lo que sucede en un gran número de materias compactas de fractura mas ó menos terrosa, y es particularmente muy sensible en ciertas alteraciones de ágata ó de ópalo. Estas dos sustancias se hallan algunas veces en el estado de materia blanca, opaca, que conserva mas ó menos su solidez, y se vuelve transparente despues de permanecer cierto tiempo en el agua; examinando lo que pasa entonces, se ve que se desprenden de ella muchas burbujas de aire, de manera que la opacidad se debe indudablemente á la interposicion de este fluido, cuya densidad es muy diferente de la de la

piedra; cuando esta piedra se seca, recobra su opacidad. Las variedades de ágata ó de ópalo que se hallan en este caso, han recibido el nombre de *hidrofano*.

Del lustre en los minerales. El lustre en los minerales es la manera que tienen de reflejar la luz, sea en su exterior ó en su fractura, ó mas exactamente, el efecto que los rayos reflejados por un mineral producen sobre el órgano de la vista, segun la manera como se verifica su reflexion. Pero debemos observar que hay en esto dos efectos, los cuales existen ya solos, ya simultáneamente; uno de estos efectos es una verdadera reflexion mas ó menos regular, segun el grado de pulimento del cuerpo, la finura del grano que presenta la fractura, y la estructura que esta descubre; el otro efecto depende de la accion misma que este cuerpo ejerce sobre las moléculas luminosas que le tocan inmediatamente, y penetran en cierto modo en la primera película, antes de volver á nuestro ojo en todas direcciones. Este último efecto depende de la naturaleza del cuerpo, y varía considerablemente de un cuerpo á otro; se le puede fácilmente aislar del primero, colocando el mineral de manera que la luz reflejada en su superficie no pueda llegar á nuestro ojo. Así en el diamante, por ejemplo, ó en algunos pedazos de carbonato de plomo, se reconoce por una parte un efecto de reflexion, y por otra un lustre particular que no se puede definir, que tiene algo de metaloideo, y que es sobre todo muy notable en el diamante negro; pero como hemos dicho, estos dos efectos se confunden frecuentemente, y sobre todo porque los caracteres que se sacan de ellos son tan poco importantes, que no merecen la pena de que se haya pensado en aislarlos.

En los minerales se distinguen muchas clases de lustre, el *lustre metálico*, el *lustre vítreo*, el *lustre resinoso*, el *lustre grasiento*, oleoso ó céreo; el *lustre nacarado*, y el *lustre sedoso*. Hay tambien sustancias que no tienen lustre; entonces se dice que son *mates*, y algunas veces tambien que tienen lustre *térreo*. La mayor ó menor viveza del brillo se indica de varias maneras; así se dice lustre metálico ó semi-metálico, vítreo ó semi-vítreo, etc., etc.; tambien se dice *lustre metaloideo* para designar el aspecto metálico que presentan diferentes sustancias petrosas. La mayor parte de estas expresiones, no necesitan definicion; pero hay algunas sobre las cuales es necesario dar algunos detalles.

El lustre resinoso, forma en cierto modo el término medio entre el vítreo y el grasiento; es el que presentan ciertas resinas vegetales, como el benjuí, y se observa particularmente en el ópalo. El lustre grasiento oleoso, se presenta en ciertas sustancias de naturaleza vítrea, cuya superficie parece que ha sido frotada con aceite; el lustre grasiento céreo se observa particularmente en las materias compactas litoideas, cuya fractura es esquirlosa. En cuanto al lustre nacarado, parece ser muchas veces el resultado de una estructura esquistosa, y se hace notar en la division paralela de las hojas. Es de observar que se le reconoce muy frecuentemente en las bases de los prismas, en las caras que reemplazan profundamente los ángulos sólidos culminantes de los romboedros, y aun en sustancias que no se dividen en este sentido; en estas caras el carbonato de cal, y el doble carbonato de cal y magnesia, presentan dicho lustre, que en la última sustancia, es muchas veces muy vivo y agradable. En el corindon igualmente, se hace notar el lustre nacarado de caras semejantes, ó sobre las aristas culminantes de los romboedros cuando son un poco redondeadas. La apofillita, la estilbita, etc., son nacaradas por las caras de la base. El lustre sedoso es el resultado de la estructura fibrosa, se observa en un gran número de sustancias, y particularmente en aquellas que son por otra parte susceptibles de presentar aisladamente lustre nacarado.

El género de lustre no puede servir sino rara vez para distinguir las especies unas de otras, á menos que no se haya adquirido una gran costumbre de examinar minerales; la misma especie presenta en efecto muchos géneros de lustre distintos en los diferentes ejemplares que se pueden observar. Sin embargo, el lustre metálico y el lustre vítreo, no se presentan indiferentemente en la misma sustancia, y conducen, por lo menos, á dividir los cuerpos en dos grupos muy distintos uno de otro, que algunos otros caracteres accesorios pueden dividir y subdividir de diversas maneras.

De los colores en los minerales. Las sustancias minerales son incoloras ó coloreadas; la incoloracion, unida á la opacidad, constituye la blancura. Los colores que se observan en estos cuerpos son de dos especies; unos dependen de la naturaleza misma del cuerpo, y otros resultan de la mezcla de tal ó cual materia extraña que se encuentra diseminada ó combinada en él. Es, pues, tambien necesario distinguir en los minerales los colores propios y los colores accidentales.

Los colores propios que pueden ser bastante importantes para la distincion de las diferentes materias, son las que se observan en los metales, en el azufre, en los sulfuros, en los óxidos metálicos, así como en los compuestos en que estos óxidos entran como partes constitutivas esenciales. Estos colores son siempre uniformes y constantes en el mismo cuerpo, con tal que sea puro; las únicas variaciones que experimentan dependen de la mayor ó menor compacidad que pueden tener algunos de los cuerpos que los poseen, lo cual se nota particularmente en los óxidos. Estos cuerpos, cuando son puros, y se hallan en estado pulverulento, presentan un color determinado, cuya intensidad es siempre la misma; pero cuando sus partículas son agregadas entre sí, por cristalizacion regular ó por cristalizacion confusa, sucede frecuentemente que la intensidad del color desnaturaliza mas ó menos el aspecto de la especie; así es que un gran número de colores diferentes, como el azul, el violeta, el verde, y aun el rojo, presentan frecuentemente tal intensidad, que parecen mas ó menos negros á primera vista. Para evitar todo error, se indica frecuentemente el color del polvo, mas bien que el de las masas, en los caracteres que se establecen para distinguir los minerales.

Colores accidentales. Los colores accidentales pueden variar hasta el infinito en la misma sustancia, segun la naturaleza de las materias extrañas que los producen. Se concibe por consiguiente, que no pueden en manera alguna tener la importancia de los colores propios, y no pueden ofrecer mas que indicaciones bastante vagas, para la distincion de los cuerpos. Estos colores como hemos dicho, pueden existir de dos maneras en los cuerpos; pueden resultar de una mezcla puramente mecánica, ó de una especie de combinacion química que se forma entonces en proporciones ilimitadas.

Los *colores por mezclas metálicas*, se hacen notar principalmente en las sustancias que han cristalizado en medio de algun depósito de materia coloreada, sea pulverulenta, sea sólida, de la cual han arrastrado algunas partes en el momento de la cristalizacion. Algunas veces la mezcla es bastante visible para ser conocida en el primer instante, ya sea á la simple vista, ya por medio de una lente fuerte, y especialmente con el auxilio de una luz viva; pero las partículas extrañas son algunas veces tan finas, y se hallan tan uniformemente diseminadas en el interior del cuerpo, que es sumamente difícil reconocer su presencia. Solo en algunos casos, siendo el mineral soluble en agua (como la sal gema), ó en los ácidos (como el

carbonato de cal), y no siéndolo la materia colorante, se puede separar esta última, filtrando la disolucion y por consiguiente reconocerla. Pero cuando el mineral principal es insoluble, no se puede llegar á reconocer la presencia de una materia extraña colorante, sino por induccion. Esto se consigue ya sea reuniendo una serie de ejemplares tomados en un mismo lugar, que pasan por matices de los unos á los otros, y conducen asi del mas evidente al que deja mas incertidumbre; ya sea por comparacion del color del cuerpo propuesto, con el de las sustancias que le acompañan. Asi es como se reconoce que ciertas sustancias que serian naturalmente incoloras, ó que tendrian un color determinado, deben el color que presentan en los ejemplares, ya á la mica, ordinariamente de color verde, que se encuentra diseminada en ellas, como en el feldspato, azinita, esfeno en cristales, etc., al epidoto verde, de que suelen arrastrar partículas infinitamente pequeñas, mas ó menos abundantes, como en la wernerita ó escapolita, algunas variedades de corindon, etc., al anfibol verde, como en ciertos feldspatos compactos, pedernales, etc., al granate rojo, como en ciertos cuarzos en roca, ciertos feldspatos, algunos corindons, etc., á la arcilla ferruginosa, amarilla ó roja, como en el aragonito, cuarzo, sal gema, etc., etc., y en fin, á una multitud de sustancias que seria demasiado largo enumerar, que tienen colores propios, ó colores accidentales, que deben á óxidos metálicos coloreados. Algunas veces la consecuencia que se ha sacado de las comparaciones, no necesita ser verificada; pero en ciertos casos, necesita ser establecida de una manera mas positiva; esto se consigue por medio de la discusion de las análisis químicas, como haremos ver mas adelante.

Ciertas sustancias deben su color á principios fugaces que el fuego arrebata con facilidad, y que se deben, segun parece, ya al carbono, ya al carburo de hidrógeno.

Seria muy posible, sin embargo, que algunos de estos colores que el fuego puede destruir, fueran debidos á otra causa distinta de la presencia de un principio fugaz, podrian ser producidas por cierta disposicion de las partículas del mineral que el fuego destruiria, haciéndolas tomar otra que devolveria á la materia su color natural mas ordinario. Esta seria una circunstancia análoga á la que presenta el fósforo fundido y enfriado súbitamente; es sabido que esta sustancia, ordinariamente de un color amarillo particular, toma entonces el color negro sin cambiar en manera alguna de naturaleza. Muchas sustancias minerales se hallan indudablemente en el mismo caso, pero no han sido aun bastante rigorosamente analizadas, para poder asegurar que no encierran principio alguno que pueda colorearlas.

Estas mezclas mecánicas de materias extrañas, alteran casi siempre mas ó menos la transparencia del cuerpo, y algunas veces le hacen enteramente opaco, ya sea en su totalidad, ya en algunas de sus partes. Por esta alteracion de transparencia se distinguen ordinariamente estos colores de los que se deben á mezclas químicas, aunque estos pueden ser algunas veces bastante oscuros para impedir que la luz pase al través del cuerpo, á menos que no sea una luz muy viva.

Los colores por combinaciones químicas de materias extrañas, son tambien muy frecuentes en la naturaleza. Los que hacen estimadas las piedras finas para la joyería, son de esta especie, lo cual se demuestra porque las mismas piedras, estan coloreadas ya de un modo, ya de otro. Por ejemplo, existen esmeraldas de color verde oscuro (esmeralda propiamente dicha, esmeraldas de color verde azulado aguas marinas), esmeraldas de color verde claro (berilo), esmeraldas amarillas, esmeraldas blancas; del mismo modo, existen topacios amarillos, topacios azules, topacios blancos, diamantes de todos colores, etc. Aquí el principio colorante debe estar en combinacion con el cuerpo, porque por una parte no altera ni la transparencia, ni el brillo, y por otra no se pueden distinguir nunca las partículas extrañas, por mas fuerza que tengan las lentes que se usen al efecto; al hablar de la composicion química de los cuerpos, veremos cómo se pueden concebir esta clase de combinaciones que producen colores tan variados y tan vivos en los minerales.

Aunque los colores accidentales pueden variar y varian, en efecto, hasta el infinito, es preciso observar, sin embargo, que no se presentan todas indiferentemente en tal ó cual especie de mineral; hay algunos que ciertos minerales afectan mas particularmente, lo cual depende de las circunstancias de su nacimiento, y que pueden dar, sino la certidumbre, por lo menos algunas probabilidades de distincion, sobre todo cuando se ha adquirido cierta costumbre particular que permite apreciar matices comunmente imposibles de caracterizar. Pero aquí debe notarse, como en los colores propios, que la especie de color puede variar, en apariencia, por efecto de su mayor ó menor intensidad, que depende tambien del grado de compacidad del cuerpo, de manera que para tener algunos términos mas precisos de comparacion, es, por lo comun preciso, tener mas bien en cuenta el color del polvo que el de la masa.

Matices y dibujos de los colores. Todos los colores, ya sean propios, ya accidentales, son generalmente designados en mineralogia como en el uso comun; pero muchas veces se añaden epítetos á sus nombres para indicar su intensidad ó su matiz particular; asi se dice *azul oscuro*, *azul pálido*, *rojo vivo*, *rojo mate*, *rojo claro*, etc. Algunas veces el epíteto es un término de comparacion; asi se dice *blanco de nieve*, *blanco de leche*, *blanco de plata*, etc.; *gris de plomo*, *gris de acero*, *gris de ceniza*, *gris de perla*, etc.; *azul de índigo*, *azul de cielo*, *azul de espliego*, etc.; *verde prado*, *verde manzana*, *verde puerro*, *verde pistacho*, *verde aceituna*, *verde botella*, etc.; *amarillo de oro*, *amarillo de bronce*, *amarillo de naranja*, *amarillo de limon*, *amarillo de azufre*, *amarillo de paja*, *amarillo de miel*, *amarillo de vino*, etc.; *rojo cereza*; *rojo de sangre*, *rojo de ladrillo*, *rojo de carne*, etc. En otros casos, es un término de modificacion, como cuando se dice *blanco amarillento*, *blanco agrisado*, *gris negruzco*, *amarillo verdoso*, *azul violado*, *rojo parduzco*, *pardo rojizo*, *negro parduzco*, *negro azulado*, etc. Ninguna de estas expresiones puede presentar dificultad, y se ve que pueden variarse hasta el infinito, de una manera ó de otra.

Los colores propios como hemos dicho mas arriba, son siempre uniformes en toda la extension de la masa; pero no sucede lo mismo en los colores accidentales: si sucede á veces que un mineral asi coloreado presente por todas partes el mismo color, tambien sucede con frecuencia que los colores varíen en la extension de la masa misma, sea por la especie, sea por el matiz ó grado de intensidad. En las descripciones se indican frecuentemente los dibujos que estos colores forman entre sí, por epítetos diversos tales como *listado*, *zonario*, *manchado* ó *puntuado*, *venado*, *anubarrado*, *llameado*, *dendrítico*, *ruiniforme*, etc., segun que presenten fajas paralelas, rectas, unduladas, ó en zig-zag, fajas concéntricas circulares ó en zig-zag, manchas aisladas de diferentes formas que pueden ser mayores ó menores ó no formar mas que puntos en un fondo cualquiera, venas como las del mármol, dibujos que imitan nubes, llamas, plantas, ruinas, etc.

Estas especies de disposiciones de colores son comunmente buscadas en diversas materias, ya sea como objeto de curiosidad, ya como objeto de ador-

no; pero aun bajo el aspecto de la ciencia, merecen tambien fijar nuestra atencion relativamente á su orígen. La mayor parte parecen ser producidas de una manera análoga enteramente á aquella con que se producen los jaspeados del jabon, cuya teoría ha establecido Darcet perfectamente. En la fabricacion del jabon, el resultado de la primera cocion es una mezcla de jabon alcalino que forma la mayor parte y de jabon aluminoso que encierra una corta cantidad de hidrosulfato de hierro, por la cual toda la masa se halla uniformemente coloreada de azul negruzco; trabajando esta materia, se puede obtener á voluntad jabon blanco ó jabon jaspeado. Si se disuelve este producto en cantidad suficiente de agua, todo el jabon aluminoso se precipita y arrastra la materia colorante; entonces se forman dos capas, una superior blanca, otra inferior coloreada, y el todo se fija constituyendo una masa mas ó menos sólida. Si se disuelve este mismo producto en una cantidad menor de agua, el jabon aluminoso coloreado, no se precipita de la misma manera, cristaliza en medio del jabon blanco, y produce venas, manchas de todas las formas mas ó menos anchas, muy oscuras en ciertas partes, porque la materia es mas abundante, muy clara en otras, y con toda especie de disposiciones y de degradacion de las tintas. Si la cantidad de agua empleada es aun menor, y el enfriamiento convenientemente dispuesto, se obtiene un jabon con manchas muy pequeñas, blancas y azules, apiñadas unas con otras. En fin, cuando la cantidad de agua es muy pequeña, no se obtiene mas que una masa uniformemente coloreada.

Es muy probable que se produzcan de este mismo modo la mayor parte de las disposiciones que se pueden reconocer en los colores accidentales de los minerales ademas de que siendo las circunstancias mas variadas en la naturaleza que en los talleres, los resultados deben serlo igualmente. En efecto, se comprende fácilmente, que la disolucion de tal ó cual sustancia que encierra al mismo tiempo tal ó cual otra materia, disuelta ó simplemente suspendida en partículas finas, esté bastante dilatada para que todas las materias extrañas se precipiten y se forme entonces una masa sólida, incolora en su parte superior, mas ó menos coloreada en la inferior, donde la materia extraña se halla unida á la sustancia dominante; hay una multitud de ejemplos de esta clase de disposiciones en la naturaleza, sobre todo en el cuarzo y el feldspato que forman parte de las masas graníticas. Tambien se comprende, que la disolucion se halle mas concentrada y que entonces, como en la fabricacion del jabon, la materia colorante se halle dispuesta en venas, manchas ó dendritas interiores, etc., en medio de la masa principal como sucede en los mármoles, y otras muchas materias. Una disolucion aun mas concentrada dará lugar á un depósito en que las materias se hallaran entremezcladas en pequeñas partes apretadas las unas contra las otras; esto sucede en la roca designada con el nombre de *granitello* por los italianos que se parece completamente al jabon obtenido de una disolucion bastante concentrada y que se observa en una multitud de sustancias. Por último, se conciben disoluciones tan concentradas, que todas estas materias se precipitan igualmente á la vez, y la materia extraña uniformemente diseminada, produzca un color uniforme. Cuanto mas se examinen las masas minerales en grande, mas se comprende la verdad de estas explicaciones para un gran número de casos, y mas fácilmente se concebirán las variaciones infinitas de disposicion de colores que pueden observarse en la misma masa de la cual no suelen recogerse mas que los extremos como mas curiosos para las colecciones; entonces se verá por las transiciones de una disposicion á otra, que las variedades anubarradas llamadas dendríticas y aun á veces algunas variedades runiformes son producidas por circunstancias análogas.

No deberia creerse sin embargo, que todas las disposiciones que se pueden observar en los colores de los minerales, son producidas de la misma manera; hay otras circunstancias que pueden producir tambien diversas variedades. En primer lugar, sucede con frecuencia que las disposiciones por listas ó zonas, son el resultado del crecimiento de la masa mineral por capas sucesivas que proceden de disoluciones diversamente coloreadas; por otra parte, estas mismas disposiciones son debidas ya á infiltraciones, ya á descomposiciones. Con frecuencia se encuentran materias minerales coloreadas de amarillo por el hidróxido de hierro que ha penetrado en la masa y producido en ella tintas amarillas, cuyos matices van degradándose desde el punto en que tiene lugar la infiltracion hasta cierta profundidad en que ya son nulos; esta penetracion se verifica unas veces del exterior al interior de la masa, y otras en el interior mismo partiendo de un punto central donde existia alguna materia en descomposicion hasta cierta distancia en derredor. En fin, tambien suele formarse por el intermedio de ciertas hendiduras que probablemente estan llenas de una disolucion coloreada, que ha penetrado por una y otra parte; en este caso, las capas toman comunmente la disposicion llameada.

Las disposiciones de colores producidas por la alteracion de las materias que en un principio se hallaban uniformemente diseminadas, no son menos comunes. Suele suceder que las materias minerales expuestas al aire ó á la accion de otros gases mas ó menos activos, sufran una descomposicion mas ó menos adelantada que algunas veces no altera mas que la materia colorante y le hace sufrir cambios que varían segun la profundidad; de esto resultan disposiciones listadas, mas ó menos unduladas si la superficie sometida á la accion descomponente es bastante extensa, y disposiciones zonadas, si la descomposicion se verifica en pedazos aislados por todas partes. Estos accidentes se observan sobre todo en las solfataras de que hablaremos mas adelante. Cuando las materias descomponentes penetran en hendiduras, las disposiciones de color que se forman por una y otra parte de las hendiduras hasta cierta profundidad, son todavía mas extrañas cuando se cortan en seguida las masas en cierto sentido. Tambien resultan de esto disposiciones llameadas y aun á veces la disposicion rumiciforme; asi por lo menos ha creido Brongniart explicar el orígen del mármol rumiforme de Florencia y de otros puntos de Italia, notando que estos mármoles cuando se hallan en la tierra, no presentan la disposicion que los hace estimados, sino hallándose cerca de las hendiduras de donde se desprenden los vapores que producen el fenómeno de las humaradas.

Colores irisados. Hay tambien colores que no dependen ni de la naturaleza de los cuerpos, ni de la de las materias que se encuentran mezcladas en ellos accidentalmente. Unos son producidos por hendiduras, otros por una descomposicion de la superficie del cuerpo ó por películas de materias extrañas que la cubren; otros en fin, proceden de una disposicion particular de las moléculas materiales, ya sea en la superficie del cuerpo, ya en su interior.

Las hendiduras producen en el interior de los cuerpos, efectos semejantes á los de los anillos coloreados de Newton; unas veces ocasionan anillos concéntricos mas ó menos irregulares, otras veces fajas luminosas que presentan tintas rojas, azules, amarillas, etc., como los colores del arco iris de donde se deriva el epiteto de *irisado.* Se manifiestan en todas las materias compactas, transparentes, homogéneas que pueden rajarse con mas ó menos facilidad y mas particularmente aun en las que son susceptibles de esfoliacion, porque el menor choque puede producir

una solucion de continuidad entre las láminas. En el yeso por ejemplo, se pueden producir á voluntad, y hacer variar la naturaleza de los colores, la disposicion y extension de los anillos, levantando mas ó menos las láminas ó apretándolas entre los dedos.

Los colores irisados producidos por la descomposicion, se hacen notar particularmente en ciertos minerales de cobre (*cobre piritoso, sulfuro de cobre*) en el súlfuro de antimonio, etc. Algunas veces la descomposicion no se ha verificado sino en la primera película del cuerpo; pero en otros casos ha penetrado á mayor profundidad; algunas veces tambien toda la masa la sufre mas ó menos. Los colores dominantes de estas descomposiciones son frecuentemente el azul del acero, y los diferentes matices de violeta, rojo, amarillo que se presentan en el acero templado que se ha recocido mas ó menos.

Los colores que se deben á películas de materias extrañas, se hacen notar en todos los cuerpos principalmente en los minerales de hierro como el hierro oligisto cristalizado de la isla de Elba, peróxido é hidróxido de hierro en estalactita, en la superficie, en los cristales de ciertos carbonatos de cal mezclado con carbonato de hierro y de manganeso; entre las hojas de ciertos esquistos micáceos, en las hendiduras de las materias carbonosas que se hallan en el seno de la tierra, etc. Algunas veces son bastante uniformes; pero por lo general presentan una reunion de varias especies de colores y en todos los casos tienen un lustre muy vivo; son tintas de oro y de cobre, azules, rojas, amarillas, etc., de gran vivacidad.

Hay casos en que los iris que presenta la superficie de los cuerpos, parecen ser mas bien debidos á una disposicion particular de las moléculas materiales, que á un barniz de la superficie; esto es lo que se cree frecuentemente observar en los cristales de hierro oligisto y en la ilvaita. En este caso, los colores no son destruidos por el lavado, aunque se frote la superficie de los cuerpos con un cepillo, mientras que las mismas operaciones borran con frecuencia todos los colores que dan valor á ciertos ejemplares cuando no son debidos sino á películas de materias extrañas.

Los colores que dependen de una disposicion particular de las moléculas materiales en el interior mismo de los cuerpos, se hacen notar en el ópalo, en la piedra de labrador, etc. En el ópalo, los iris que suelen ser muy vivos y que forman todo el mérito de esta piedra en la joyería, han sido atribuidos por Hauy á simples hendiduras; pero es imposible admitir esta explicacion que solo pudo ocurrírsele á este sabio partiendo de un experimento inexacto que sin duda no debió hacer por sí mismo. Ha asegurado dicho autor, que todos los colores del ópalo desaparecian en cuanto se rompia dicha piedra; pero no es asi, porque los menores fragmentos, aun los que solo pueden observarse con el microcospio, presentan colores tan vivos y variados como los mayores. Es de notar que nunca es en los ópalos transparentes donde se observan los hermosos colores que dan valor á esta piedra; estos colores no se manifiestan sino cuando la transparencia se ha enturbiado bastante fuertemente y para provocarlos en las variedades mas transparentes, hay que calentarlas un poco. Hay variedades que pierden todos sus colores cuando se hallan en una atmósfera húmeda y que los recobran en cuanto se las acerca al fuego. Hay otras por el contrario, que no presentan sus colores sino cuando son húmedas; estas son las demasiado opacas y que se vuelven algo traslucientes empapándose en agua. Tambien se debe notar que los ópalos que no estan constantemente guardados los que se llevan habitualmente acaban despues de cierto tiempo por perder sus colores, y entonces sufren una alteracion que los hace mas opacos. Segun estas observaciones, parece que el fenómeno de los iris que presenta el ópalo es debido á cavidades que existen en el interior de estas piedras, y que hallándose llenas de fluidos de diferente refringencia, quizá de agua y de aire, descomponen los rayos luminosos; tambien parece que es necesario que el número de estas cavidades se halle en ciertas proporciones con las partes llenas. Haremos observar, que se imitan hasta cierto punto estos juegos del ópalo con vidrio en que se introducen materias infusibles como óxido de estaño, huesos calcinados pulverizados que se mezclan en la materia, enturbian su transparencia y ocasionan descomposiciones parciales de la luz.

En los minerales se observan efectos diferentes que parecen tener mucha analogía con los que presenta el ópalo; tales son los reflejos mas ó menos vivos, blanquecinos, rojizos, de color de oro, etc., que salen de ciertas piedras como del ópalo girasol, de ciertas variedades de corindon (corindon opalino) ó de feldspato (piedra de sol) cuando se presentan á una viva luz ó que parecen flotar en el interior de la piedra como en el feldspato adulario (piedra de luna), el cuarzo cambiante, la cimofana, etc. Todos estos efectos no se manifiestan generalmente sino cuando la transparencia de la piedra se halla mas ó menos enturbiada, lo cual verifícase tambien en este caso por la interposicion de una materia extraña ya sean pequeños glóbulos de agua ó de aire como en el ópalo girasol, ya materia sólida que algunas veces se halla dispuesta en fibras sumamente finas como se ve con frecuencia en el cuarzo cambiante; en algunos casos pareceria que estos juegos de luz son el efecto de un tejido fibroso de la piedra que ocasiona tambien vacíos en que la luz puede descomponerse de diferentes modos. Tambien se imitan estos reflejos en el vidrio por medio de las materias infusibles que quedan en suspension en él.

La *venturina* presenta tambien reflejos que son independientes de las materias colorantes del cuerpo, y se deben á diferentes grados de refraccion en los diversos puntos de la masa. Esta variedad de cuarzo tiene una estructura granular que resulta de una acumulacion de cristales de cuarzo, algunas veces bastante distintos, entre los cuales se encuentran unos mas vidriosos que los otros, lo cual depende probablemente de una diferencia de posicion. De esto resultan puntos centelleantes, sobre un fondo menos brillante que no despiden sino luz blanca cuando la masa es enteramente blanca, y reflejos amarillentos parduzcos ó pardo-rojizos, en el caso en que la piedra está penetrada accidentalmente de materias ferruginosas que parecen estar muchas veces depositadas entre los granos. Tambien se han atribuido estos juegos de luz á hendiduras, notándose sobre todo que las piedras que los presentan forman cantos rodados, que tropezando unos con otros al ser transportados por las aguas, han podido rajarse de varios modos; pero no es probable que sea asi, porque hendiduras producidas de esta manera no se encontrarian mas que en la superficie de los cantos rodados, mientras que los efectos de la venturina se observan en toda la masa por mas grande que sea.

No debe confundirse esta especie de venturina con las que resultan de la presencia de una multitud de laminillas de mica en rocas de cuarzo, de feldspato, cada una de las cuales refleja la luz, y cuyo conjunto produce en la vista un efecto análogo al anterior; pero siempre mas decidido, mas uniforme y mas agradable. Esta especie de venturina es la que se imita con cristales, que son aun mas agradables que la piedra natural, y en los cuales se hace cristalizar, una materia igualmente vidriosa, de color cobrizo, que forma tetraedros muy brillantes.

La *piedra de labrador*, presenta efectos diferentes de los anteriores, y cuya explicacion no puede darse todavía de una manera satisfactoria. Estos son

colores muy vivos, que no se manifiestan sino en ciertas posiciones, y que cambian frecuentemente de una posicion á otra, de manera que en la misma superficie se observan en un sentido, por ejemplo, tintas azules de todos los matices, y en otros tintas verdes, rojas, amarillas, etc., etc. Algunas veces cuando las masas estan formadas de cristales agrupados en diferentes sentidos, se observan en la misma superficie, y bajo una misma inclinacion, partes diversamente coloreadas, que son siempre de muy buen efecto. Estos colores tienen cierta analogía con los que se observan en la pluma de ciertas aves, en las alas de las mariposas, etc. A veces se observan tambien en la estructura interior del mineral, algunas circunstancias análogas á la de la estructura de estas producciones animales; la masa parece, en efecto, con bastante frecuencia formada, ya sea de laminillas que son como escamas amontonadas unas sobre otras, ya de fibrillas ó agujillas adheridas unas á otras, y colocadas punta con punta.

Hasta el presente no se puede buscar la explicacion de estos efectos sino en la teoría de los accesos de fácil reflexion y fácil transmision imaginada por Newton. Segun dicha teoría, la especie de color reflejada bajo cierta posicion, depende del espesor de las láminas que la luz incidente puede atravesar antes de ser conducida al ojo, el cual espesor haciéndose mayor ó menor segun se incline mas ó menos la cara del mineral en tal ó cual sentido, produce todos los cambios que se observan en estas circunstancias. Debe, sin embargo, confesarse que se presentan una multitud de pequeños accidentes, que deben hallarse en relacion con los fenómenos principales, de que no puede darse razon por medio de esta teoría.

Se han comparado algunas veces los efectos de la piedra de labrador con las del nácar, que presenta frecuentemente colores irisados muy variados; pero hay la gran diferencia de que el nácar imprime su propiedad sobre los cuerpos blandos susceptibles de modelarse sobre su superficie, y que despues presentan los mismos reflejos, mientras que la piedra de labrador no la imprime. Por consiguiente hay en la superficie del nácar una disposicion molecular saliente, á pesar del pulimento, que no existe en el mineral de que hablamos.

Asterismo. Existe tambien en los minerales un fenómeno de luz, del cual es necesario decir algunas palabras; es una estrella blanquecina de seis rayos, que se nota sobre algunas variedades de corindon. Se observa por reflexion, y tambien por refraccion, cuando se coloca la piedra entre el ojo y una viva luz. Este fenómeno es un hecho de que no hay explicacion; solamente se observa que está en relacion simétrica con la forma de los cristales en que se observa. La estrella no se presenta en efecto sino en los cristales que estan cortados perpendicularmente al eje; cada uno de los radios corresponde á una de las aristas culminantes del romboedro, que es la forma primitiva del corindon: tres radios corresponden al vértice superior y los otros tres al inferior. Hay cristales de corindon que no presentan mas que una parte de este fenómeno; estos son cristales naturales de vértices romboédricos, cuyas aristas culminantes estan un poco redondeadas; cada una de estas aristas presenta entonces una línea brillante, de un brillo muy análogo al que se observa en la estrella de que se trata. Resulta de esto que puede suponerse que tres rayos de la estrella pertenezcan al vértice vuelto hácia el observador, y los otros tres al vértice opuesto, visto al través de la piedra. Cuando esta piedra está tallada en bola, se ve á los rayos de un vértice prolongarse hasta el otro, de manera que las líneas luminosas se presentan como costillas en la parte de la bola que corresponde á un prisma exaedro colocado entre estos dos vértices.

Es necesario hacer notar que el fenómeno solo se deja observar bien en las variedades de corindon, cuya transparencia está un poco enturbiada; se le reconoce mas comunmente en las variedades azules, conocidas en el comercio con el nombre de zafiro, que en las variedades rojas conocidas con el de rubí; y en efecto, las variedades azules son las que se hallan mas sujetas á volverse lechosas. Si se recuerda lo que hemos dicho del lustre nacarado, se comprenderá que estos fenómenos tienen mucha relacion entre sí.

Tambien se observa un fenómeno análogo en el granate, y en este caso es una estrella muy viva de tres ó seis rayos, cuatro ú ocho. Nótase asimismo cierta correspondencia entre este fenómeno y el que presenta el corindon; en efecto, el granate presenta una estrella de tres ó seis rayos, siempre que está tallada perpendicularmente al eje que pasara por dos ángulos triedros opuestos del dodecaedro romboidal, al cual puede referirse la cristalizacion de esta sustancia, y estos ángulos triedros opuestos estan evidentemente colocados como vértices de romboedros, de manera que tres de los rayos pertenecen á uno de los vértices, y los otros tres á los vértices opuestos. Las estrellas de cuatro rayos ó de ocho, se observan cuando la piedra está tallada perpendicularmente á una línea que pasara por dos ángulos compuestos de cuatro planos. Es probable que muchas otras sustancias presentáran fenómenos análogos si se talláran convenientemente.

Policroismo. Se ha demostrado hace mucho tiempo en las obras de física, que un gran número de sustancias tenian la propiedad de dar un color de cierta especie por reflexion, y un color diferente, que muchas veces no era complementario, por refraccion; pero conviene mucho distinguir este fenómeno, de los que se acaban de citar, y en que los colores diferentes se manifiestan todos por refraccion, es decir, que cuando se colocan ciertos minerales entre el ojo y la luz, se les ve de un color ó de otro, segun el sentido en que le atraviesen los rayos luminosos.

La observacion demuestra que estos fenómenos particulares se hallan invariablemente ligados con la forma de que son susceptibles los minerales. No hay diferencia de colores en las sustancias que pertenecen al sistema cúbico, cualquiera que sea el sentido en que la luz les atraviese; solo en los minerales dotados de la doble refraccion, se observan diferencias mas é menos marcadas. En los que no tienen mas que un eje de doble refraccion, no se observan mas que dos tintas extremas, la cual constituye el *dicroismo*; la una cuando la luz atraviesa el cristal paralelamente al eje de doble refraccion; la otra cuando le atraviesa perpendicularmente; en todas las posiciones intermedias los colores participan de la una y de la otra especie. La cordierita, la turmalina, la mica del Vesubio, la esmeralda, etc., etc., presentan muy frecuentemente este fenómeno. La cordierita es ordinariamente azul en un sentido y azul violeta en el otro; la turmalina es ordinariamente de un negro opaco, paralelamente al eje, y verde, parda y roja, etc., perpendicularmente á este mismo eje.

En los cristales de dos ejes de doble refraccion, la teoría conduce á admitir la existencia del *tricroismo*; uno de los colores extremos puede ser producido cuando la luz atraviesa el cuerpo paralelamente al plano de los ojos y á la línea media; otro cuando la luz atraviesa paralelamente á este plano, y perpendicularmente á la línea media, y un tercero, en fin, cuando la luz atraviesa el cuerpo perpendicularmente á este plano y á la línea media. Sorret ha visto comprobados estos fenómenos en un topacio del Brasil, cuyo tinte era rojo, y que no parecia haber sido quemado; en la primera direccion el color era rosa con una ligera tinta amarillenta; en el segundo era el violeta sin mezcla de amarillo, y en el tercero se reco-

nocia un blanco amarillento; estas tintas extremas pasaban de una á otra en las posiciones intermedias.

Se puede, pues, decir en general, que las sustancias que se refieren al sistema cúbico son *unicroitas*; que las que no tienen mas que un eje de doble refraccion son *dicroitas*, y en fin, que las sustancias de dos ejes son *tricroitas*. Pero no debe esperarse poder observar siempre estos fenómenos; solo se verifican en las sustancias diáfanas coloreadas, y aun entonces sucede frecuentemente que no se manifiestan, bien porque la diferencia de las tintas sea demasiado débil para poder ser apreciada; bien como la supone Biot, porque la materia colorante se halla interpuesta sin cristalizacion ó cristalizada confusamente.

Fosforescencia. A continuacion de los caracteres ópticos, colocaremos un fenómeno que se manifiesta tambien por juegos de luz, que se designa con el nombre de fosforescencia, y que consiste en resplandores mas ó menos vivos de diferentes colores, que solo se observan haciendo el experimento en la oscuridad. Se provoca este fenómeno en los minerales por diversos medios, por frotamiento, por percusion ó compresion, por calor, por exposicion al sol durante mas ó menos tiempo. Hay cuerpos en que basta el mas ligero frotamiento para hacer salir un resplandor mas ó menos vivo; tales son, por ejemplo, ciertas variedades de sulfuro de zinc, sobre las cuales basta pasar la barba de una pluma para excitar la fosforescencia. Otros cuerpos por el contrario, necesitan un frotamiento bastante fuerte; tales son el cuarzo (cristal de roca) ciertos mármoles, la mayor parte de las materias vitreas, que frotadas una contra otra, producen mas ó menos luz en la oscuridad, etc. Finalmente existen un gran número de cuerpos, en los cuales parece imposible provocar el fenómeno de esta manera.

Por medio del calor, la mayor parte de las sustancias minerales son capaces de producir un resplandor fosfórico mas ó menos fuerte; hay algunas que exigen para esto una temperatura muy elevada, y es necesario calentarlas en crisoles; otras no exigen mas que el color rojo sombrío, y aun mucho menos. Entre estas últimas la mas notable, ya por la intensidad del fenómeno, ya por las variedades de colores que se manifiestan segun el grado de temperatura, es el fluato de cal; hay variedades que se designan con el nombre de *clorofano*, y de las cuales unas son fosforescentes á la temperatura media de nuestro clima, de manera que brillan constantemente en la oscuridad; otras no necesitan mas que el calor de la mano; otras exigen la temperatura del agua hirviendo, y en fin, hay algunas que exigen una temperatura mucho mas elevada. Para observar á estas últimas, es necesario poner un fragmento de la sustancia sobre una paila que se ha hecho calentar, y se ha dejado enfriar despues hasta el negro en la oscuridad; entonces se ve á los colores pasar por una multitud de matices que se suceden rápidamente hasta que el fenómeno termina. Las variedades que fosforecen con mas facilidad, no presentan mas que tintas verdosas, las que exigen una temperatura elevada, presentan tintas mucho mas variadas. En este caso, la intensidad de los colores y el número de sus sucesiones, dependen segun parece, del color del mineral, de manera que si el ejemplar presenta varios colores reunidos, presenta tambien por el calor diferentes matices de fosforescencia. Los fragmentos sometidos al experimento cambian de color, se vuelven ordinariamente blancos, y pierden para siempre la propiedad fosforescente si han sido calentados en demasía; si lo han sido ligeramente, conservan esta propiedad para una temperatura mas elevada.

Conviene hacer notar que la fosforescencia por el calor, es independiente de la fosforescencia por el frotamiento, porque los cuerpos que han sido calentados fuertemente, y que han perdido por lo mismo la propiedad de ser fosforescentes por el calor, conservan aun la de dar una luz fosfórica por el frotamiento.

Hemos citado, por el testimonio de Desaigne, la exposicion al sol durante algunos instantes, como susceptible de provocar en los cuerpos la propiedad de relucir despues en la oscuridad. Este físico ha anunciado que todos los cuerpos se hallaban en este caso; pero los experimentos que otros han hecho con este objeto, no han dado resultado, no se ha obtenido fosforacion por este medio, sino en las variedades de fluato de cal que pueden adquirirla por el calor, y en tal caso parece ser mas bien la temperatura quien ha desarrollado esta propiedad, que la accion de la luz solar.

La fosforescencia no puede casi usarse como carácter distintivo de los minerales; porque por una parte no difiere de uno á otro sino en ser mayor ó menor, y por otra hay frecuentemente mas diferencia entre las diversas variedades de un mismo mineral, que de una especie de mineral á otro. Se observa tambien que los ejemplares de tal ó cual localidad son fácilmente fosforescentes por uno ú otro de los medios que hemos indicado, mientras que otros por los mismos medios no dan indicio alguno del fenómeno. Solo en algunas sustancias es este carácter bastante marcado para merecer que se le coloque entre los que pueden hacerlas reconocer; mas adelante citaremos estas sustancias.

CAPITULO IV.

DE LA ELASTICIDAD.

Se ha usado frecuentemente la mayor ó menor elasticidad, para distinguir algunas sustancias de otras varias, con las cuales pueden tener mas ó menos analogía. Asi, por ejemplo, se han distinguido casi siempre las materias que se han reunido con el nombre de mica, de las que constituyen la especie talco; las primeras tienen siempre una elasticidad muy pronunciada, y las otras no. Se ha considerado en este caso la facultad que da la elasticidad á las láminas delgadas, ó á las fibras menudas, de volver con mas ó menos rapidez á su forma natural cuando se las encorva. Considerada asi esta propiedad, se le ha atribuido poca importancia; pero las investigaciones de Savart han demostrado que apreciada bajo otro aspecto, puede conducir á hechos del mas alto interés, y suministrar datos preciosos sobre la constitucion física de los minerales cristalizados.

Por medio de la naturaleza de las vibraciones que se pueden producir en placas de sustancias minerales cristalinas, ha imaginado Savart estudiar su estado elástico, y por consecuencia su estructura íntima; en las pocas sustancias que ha tenido á su disposicion ha obtenido ya resultados bastante importantes para hacer desear que los mineralogistas se interesen en este trabajo. Consignaremos aquí algunos de estos resultados que se relacionan hoy mas directamente con la mineralogía.

Savart observa en primer lugar que si se poseyera una lámina circular, perfectamente igual en espesor, de un cuerpo enter amente homogéneo, el sistema de las líneas nodales diametrales, que se pueden producir por el sacudimiento de uno de los puntos de su contorno, podria colocarse en todas las direcciones, y que las líneas nodales circulares serian exactamente concéntricas al contorno de la lámina. Pero si la simetría que se supone es alterada, ya sea por la forma de la lámina, ya por la estructura del cuerpo, no sucederá lo mismo; las líneas nodales diametrales no podran colocarse indiferentemente segun la posicion del lugar del sacudimiento, y las líneas circulares serán curvas de otra especie. De aquí resulta que para reconocer si una sustancia presenta el mismo grado de elasticidad en todos sentidos, es necesario siempre

tallarla en placas circulares de espesor igual, porque en este caso no habrá mas que las variaciones ocasionadas por la estructura.

Aplicando este modo de exploracion á las sustancias minerales, Savart ha reconocido que no hay ninguna en que una misma figura nodal pueda colocarse en todas direcciones, lo cual indica que no gozan de las mismas propiedades en todos sentidos; pero hay mas, y es que las figuras que se obtienen en láminas talladas en una misma direccion respecto al eje del cristal, estan exactamente ordenadas de cierta manera, y varian en las placas talladas en diferentes sentidos; hay algunas que son susceptibles del modo de division compuesto de dos líneas rectas, rectangulares con ó sin líneas hiperbólicas y otras que no presentan sino dos sistemas de curvas hiperbólicas. Las investigaciones de Savart han sido hechas particularmente sobre el cuarzo y el carbonato de cal; pero á su ejemplo generalizaremos los resultados aplicándolos al sistema romboédrico, y consignaremos por de pronto los hechos siguientes:

1.° Las placas talladas perpendicularmente al eje de un romboedro, presentan dos modos de divisiones compuestos cada uno de dos líneas rectas cruzadas en ángulo recto, y que las de uno de los modos forman con las del otro un ángulo de 45°. El intervalo que se observa entre los sonidos de los dos sistemas, es siempre muy pequeño, de manera que estos sonidos pueden ser considerados como unos mismos; de donde se sigue que la elasticidad de tal placa puede tambien ser sensiblemente la misma en todas las líneas diametrales.

2.° Las placas talladas perpendicularmente á las caras del romboedro presentan igualmente dos modos de divisiones compuestos cada uno de dos líneas rectas que se cruzan en ángulo recto; pero el intervalo entre los sonidos de los dos sistemas es entonces muy grande, siendo en el cuarzo el sonido mas grave *do*, el segundo es el *sol* de la misma octava.

3.° Las placas talladas paralelamente á las caras del romboedro, producen tambien dos sistemas de líneas nodales; pero el uno es rectangular y el otro hiperbólico. El sistema rectangular está colocado sobre las diagonales de la cara del rombo, y es el que produce aquí el sonido mas grave.

4.° Las placas talladas en un ángulo lateral del romboedro, siguiendo un plano que formará con el eje el mismo ángulo que la cara natural producida por la truncadura, esto es, siguiendo un plano paralelo á una cara del romboedro idéntico inverso, dan tambien dos sistemas de líneas nodales, uno rectangular y otro hiperbólico; pero los vértices de la hipérbole se hallan mucho mas próximos que en el caso anterior, y ademas el sistema hiperbólico es el que aquí da el sonido mas grave, mientras que en la lámina anterior da por el contrario el sonido mas agudo.

Esta observacion ofrece una aplicacion inmediata á la mineralogia. Se sabe que en las sustancias del sistema romboédrico, que no son exfoliables, es difícil elegir entre los dos romboedros que se combinan para formar un vértice piramidal ó un dodecaedro bipiramidal; que hasta al presente no ha habido razon alguna para decidirse á adoptar el uno mejor que el otro por forma primitiva, y que ni aun se ha sabido si el uno ó el otro podia adoptarse. Ahora bien, partiendo de la experiencia que acabamos de indicar, se reconocerá por lo menos si hay uno de estos romboedros que haga el mismo efecto que el romboedro de exfoliacion en el carbonato de cal, y cuáles son las caras que le pertenecen. Bastará hacer tallar una placa paralelamente á una cara piramidal, y hacerla vibrar; si las líneas hiperbólicas dan el sonido mas grave, la cara será una de las del romboedro análogo al de exfoliacion; si estas líneas dan el sonido mas agudo, la cara de exfoliacion será la que es adyacente á la que se ha hecho tallar. Podria suceder que ninguno de los romboedros que componen una pirámide, fuera un romboedro primitivo; pero entonces el sistema de vibracion seria sin duda uno de los que se pueden obtener, tomando una placa mas ó menos inclinada al eje.

5.° Las placas talladas sobre los ángulos laterales de un romboedro paralelamente al eje, y siguiendo un plano inclinado sobre dos caras que concurren en el vértice, es decir, paralelamente á los lados del prisma exaedro producido por esta modificacion, presentan todas los mismos modos de divisiones; uno de estos modos está formado de dos líneas rectas rectangulares, una de las cuales corresponde siempre al eje del cristal, el otro está formado de dos ramas de la hipérbole á la cual los primeros servirian de eje. El sonido del primer sistema es mas elevado que el del segundo; en el cuarzo el primer sistema da el *fa* y el segundo el *re* de la misma octava.

6.° Las placas talladas sobre las aristas laterales de los romboedros, paralelamente á las caras del prisma exaedro que puede formarse por este género de modificacion, no presentan líneas nodales rectangulares; dan dos sistemas hiperbólicos, que parecen enteramente semejantes; pero que hacen oir sonidos diferentes. En el cuarzo uno de los sistemas da el sonido *re* y otro el sonido *fa* de la misma octava. Los ejes principales de estas dos hipérboles se cruzan en el centro de la placa, bajo un ángulo, que depende de la naturaleza de la sustancia, y que tal vez, ofrecerá un dia algunos datos para distinguir las diversas especies; este ángulo es para el cuarzo de 51 á 52 grados. Si por el centro de la lámina se hace pasar una línea igualmente inclinada sobre los dos ejes principales, esta línea se encuentra paralela á la arista lateral del romboedro, de manera que un plano que pasara por esta línea perpendicular á la placa, seria paralela á la cara del romboedro.

De estos dos experimentos resulta un medio de reconocer, en las sustancias que no se exfolian, si un prisma exaedro es producido sobre los ángulos ó sobre las aristas laterales del sombreado análogo al de la exfoliacion, la cual es imposible de otro modo; basta hacer tallar una placa paralelamente á una cara de este prisma, y hacerla vibrar. Si el prisma es producido sobre los ángulos, las figuras acústicas producirán un sistema rectangular, y un sistema hiperbólico, si es producido sobre las aristas.

De aquí resulta otro medio de reconocer las caras que se pueden considerar como análogas á un romboedro de exfoliacion, en un dodecaedro bipiramidal, ó en un prisma exaedro terminado por pirámides, ó bien el lugar de estas caras en un prisma exaedro simple, cuando la sustancia no se exfolia. Si una placa tomada paralelamente á una cara del prisma da figuras acústicas hiperbólicas, será necesario trazar en ella los principales ejes de las hipérboles, y tirar por el punto en que se encuentran una línea igualmente inclinada sobre estos ejes, la direccion de esta línea indicará la de la cara del romboedro. Si la placa que se ha tallado presenta un sistema rectangular y un sistema hiperbólico, será preciso tallar otra perpendicularmente á dos caras opuestas de este prisma, y paralelamente al eje; esta nueva placa será entonces paralela á las caras del prisma producido sobre las aristas del romboedro, cuya direccion mostrará como anteriormente por la línea media entre los ejes de sus líneas acústicas.

Savart dedujo de los experimentos que acabamos de citar, y de otros varios cuyos pormenores no son útiles á la mineralogia, que en las sustancias del sistema romboédrico, deben existir tres sistemas diferentes de líneas principales de elasticidad. Comparando despues los resultados á los que ha obtenido con placas de madera que no poseen sino tres líneas desi-

guales y rectangulares de elasticidad, hace ver que se puede hasta cierto punto, determinar en cada sistema la direccion misma de estas líneas. Hace ver tambien que en el cuarzo, el eje de mayor elasticidad de cada sistema, sigue la diagonal oblícua de las caras del romboedro; que para las placas talladas alrededor de la diagonal horizontal, esta diagonal forma un eje de mediana elasticidad, y que finalmente existe menor elasticidad en un plano que, pasando por la diagonal horizontal, fuera paralelo á una arista del romboedro.

Dicho autor hace notar que el carbonato de cal, tiene bajo este concepto, una grande analogía con el cuarzo; pero que se encuentra sin embargo la gran diferencia en que la diagonal oblicua que en el cuarzo es el eje de mayor elasticidad, es por el contrario un eje de menor elasticidad en el carbonato de cal; el eje de mayor elasticidad se halla entonces en el plano diagonal paralelo á una arista. Es notable que esta diferencia se halle en dos sustancias, una de las cuales, el cuarzo, tiene la doble refraccion atractiva, y la otra, la doble refraccion repulsiva. ¿Se verifica el mismo fenómeno en todas las sustancias que se hallan en igual caso? Esto es lo que nos enseñaran los futuros experimentos.

Conviene observar tambien que esta diferencia se hace notar en los fenómenos de la dilatacion por el calor; en el carbonato de cal, el ángulo diedro de las caras del vértice disminuye, en el cuarzo por el contrario, dicho ángulo aumenta.

Asimismo pudiera parecer que la disposicion de las figuras acústicas y el número de vibraciones que las acompañan, se hallan íntimamente ligadas con las direcciones de exfoliacion de cada lámina. En general puede decirse que si estas direcciones se cortan en ángulo recto en el plano de la lámina, uno de los dos modos de division se compondrá de dos líneas cruzadas rectangularmente, mientras que si estan inclinadas una sobre otra, los dos sistemas nodales seran curvas hiperbólicas. La primera parte de esta asercion se verifica en el carbonato de cal que es susceptible de exfoliaciones supernumerarias que se cruzan en ángulo recto, el uno siguiendo la diagonal horizontal y el otro siguiendo la diagonal oblicua. La segunda es demostrada por el sulfato de cal; las láminas delgadas de esta sustancia se quiebran siguiendo dos direcciones inclinadas entre sí 113 grados, y los modos de division que pueden establecerse en ellas, son dos curvas hiperbólicas, una de las cuales parecé tener por asimptotas las direcciones mismas de exfoliacion, y la otra tiene por eje principal las direcciones donde la exfoliacion es menos fácil.

Tales son los principales hechos observados por Savart, ó al menos, los que por el momento parecen mas aplicables á la mineralogia. Seria muy conveniente que se pudieran continuar las experiencias sobre otas sustancias del sistema romboédrico, y estudiar de la misma manera las sustancias de los otros sistemas acerca de las cuales no se tienen todavía mas que ideas vagas, por la dificultad de proporcionárselas á ningun precio; los que poseen masas homogéneas deben en interés de la ciencia, asi como en el de la óptica y la acústica, facilitárselas á los que se ocupan en estos descubrimientos.

CAPITULO V.

GRADOS DE RESISTENCIA Á LAS ACCIONES MECÁNICAS.

En un tiempo en que la distincion de los minerales no estaba fundada sino en caracteres empíricos, ha servido con mucha frecuencia la dureza, la mayor ó menor fragilidad y la ductilidad, para reconocer las sustancias. Posteriormente, se ha visto, con alguna razon, que estos caracteres eran poco importantes, y casi no podian servir mas que para facilitar el reconocimiento de las especies, cuando se ha adquirido una gran costumbre, ó mas bien para separar algunas entre las que se pueden naturalmente comparar á tal ó cual materia que se ha de determinar. Sin embargo, hoy se cree que estando estos caracteres íntimamente ligados á la disposicion interior de las partículas de los cuerpos, estudiándolos con mas cuidado y por medios menos groseros que los que se han empleado hasta aquí, podrian adquirir valor, precisamente como la elasticidad que estaba enteramente en el mismo caso. Desgraciadamente, no se puede decir nada de fijo en este punto, y solo es posible indicar vagamente el partido que se puede sacar hoy de estas propiedades.

Dureza. Bajo el nombre de dureza se designan frecuentemente propiedades muy diversas de los cuerpos; asi se dice que un cuerpo es duro, ya porque resiste con cierta fuerza á la accion del choque con que se le quiere romper, ya por oposicion á *blando* ó *flexible* porque no cede cuando se le aprieta entre los dados; ya en fin, porque no se le puede penetrar con la uña ó con un instrumento cortante. Pero estas diferentes clases de resistencias no estan en relacion directa unas con otras; un cuerpo que resiste fuertemente á ser penetrado por un instrumento cortante, no resiste lo mismo al choque; este se observa muy bien, por ejemplo, en el vidrio, en el cristal de roca, etc. De aquí resulta que es necesario, al decir que un cuerpo es duro, indicar de qué manera se experimenta su dureza, sin lo cual se podria incurrir en gravísimos errores, de que citaremos un ejemplo. Todo el mundo sabe, por lo menos de oidas, que el diamante es un cuerpo duro; pero muchas personas, contentándose con esta idea, no han preguntado jamás cómo se experimentaba su dureza, y de aquí se ha originado la singular opinion, citada por los autores antiguos y bastante acreditada todavía, de que el diamante es un cuerpo tan duro, que si se le coloca sobre un yunque y se golpea con un martillo, antes penetraría en el acero que romperse. En este caso se confunde la resistencia que este cuerpo opone á ser rayado, con la resistencia al choque; el diamante es el cuerpo mas duro del reino mineral, porque es capaz de rayar á todos los demás, y no es rayado por otro alguno, pero al mismo tiempo es muy frágil.

En mineralogia se entiende por dureza, la resistencia que un cuerpo opone á ser penetrado por un instrumento cortante, ó á ser desgastado, rayado, por tal ó cual cuerpo. Se dice que un cuerpo es mas ó menos duro que otro, segun que puede rayarle, desgastarle, ó ser rayado ó desgastado por él. Asi se dice que el diamante es el mas duro de todos los cuerpos, porque los raya á todos y no es rayado por ninguno, lo cual hace que para tallarle ó pulimentarle sea necesario emplear su propio polvo.

Esta propiedad sirve en muchos casos, para distinguir unas sustancias de otras. Asi por este solo carácter, se distinguirá siempre el diamante, el rubí, el zafiro y todo lo que se llama piedras finas, del cristal de roca, que todos aquellos cuerpos rayan con facilidad. Del mismo modo se reconoceran al instante todos los cristales que imitan las diferentes clases de piedras porque son comparativamente mucho mas blandos, y son profundamente rayados por el cristal de roca, ó por el pedernal, que es una variedad particular, y son tambien desgastados con facilidad por medio de una lima. Pero para servirse ventajosamente de este carácter en mineralogia, es necesario tomar siempre dos términos de comparacion; es preciso determinar qué clase de piedra, de cristal, etc., es capaz de rayar tal ó cual mineral, y por qué otro cuerpo, natural ó artificial es á su vez rayado; seria tambien necesario indicar qué clase de punta se emplea

para rayar un cuerpo, porque, en este punto hay grandísimas diferencias; por ejemplo, una punta obtusa raya con mucha mas facilidad que una punta aguda, no solo porque es mas sólida, sino porque en cierto modo forma una especie de cuña. Esta diferente accion de las puntas se hace notar especialmente en las que se usan para cortar el vidrio. Para esto se usan puntas de diamante; pero segun las justas observaciones de Wolloston, solo las puntas naturales de aristas curvilíneas, ó las que se han hecho tallar de esta manera, pueden producir el efecto apetecido. Los diamantes cristalizados ó tallados de aristas rectilíneas vivas, no hacen mas que rayar sin cortar; por el contrario, todas las sustancias minerales mucho menos duras que el diamante, con tal que lo sean algo mas que el vidrio, adquieren la propiedad de cortar de esta manera, desde el momento que se tallan en caras convexas y aristas curvilíneas.

La dureza, aunque usada desde hace mucho tiempo como carácter mineralógico, no ha sido todavía estudiada con todo el cuidado que seria de desear; depende muy inmediatamente de la disposicion de las partículas de los cuerpos y presenta una multitud de variaciones que pareceria debian tener gran interés. En primer lugar, se observan en el mismo cuerpo, grandes diferencias segun que las partículas se hallan dispuestas regular ó irregularmente, y no se puede en manera alguna comparar bajo este aspecto, las materias cristalizadas y las que resultan de una agregacion confusa de partículas materiales; pero ademas se reconocen en las sustancias mismas que estan cristalizadas diferencias que dependen de la disposicion de las partículas. El carbonato de cal cristalizado en el sistema romboédrico, es menos duro que el mismo cuerpo cuando está cristalizado en el sistema prismático rectangular recto, en el cual constituye el aragonito; esta es una circunstancia comparable á la que se observa entre el acero recocido y el acero templado, y que depende tambien de la diferencia de disposicion de las partículas. El cuarzo cristalizado regularmente (cristal de roca) es menos duro que el pedernal y la ágata, que no se diferencian bajo el aspecto químico, y entre estas últimas sustancias, hay variedades que difieren considerablemente unas de otras. Puede creerse, por el exámen de todos los hechos, que esta propiedad se relaciona muy íntimamente con la estructura interior de los cuerpos, y que algun dia las investigaciones sobre la elasticidad, suministraran datos importantes en este punto.

Chispas producidas por el choque del eslabon. Algunas veces se considera en los cuerpos dotados de cierto grado de dureza, otra propiedad particular, la de dar chispas por el choque del eslabon. La chispa es la combustion de una partícula de acero desprendida por el choque, y lanzada rápidamente al aire donde se inflama; asi este efecto supone en el cuerpo bastante dureza para romper el acero, y bastante cohesion entre sus partículas para no ser roto fácilmente por el choque, es pues un efecto compuesto de la dureza y de la tenacidad. Varias sustancias mucho mas duras que el cristal de roca, el diamante por ejemplo, no dan chispas tan fácilmente como él, por la sola razon de que son demasiado frágiles. El mismo cristal de roca no da fuego tan fácilmente como la piedra de chispa que no es mas que una variedad, pero que tiene mucha mas tenacidad. Este carácter rara vez es muy útil, porque la mayor parte de las sustancias que podria distinguir, difieren demasiado entre sí por el conjunto de todos los demás caracteres, para que sea necesario recurrir á este.

Tenacidad. Bajo el nombre de tenacidad, ó de fuerza de cohesion, se puede comprender la resistencia que los cuerpos oponen á ser rotos de cualquier manera; pero en mineralogia no se puede considerar bajo esta denominacion mas que la resistencia al choque. Esta propiedad depende de varias causas; del volúmen del cuerpo, de su grado de elasticidad, de su naturaleza intima; pero las mayores diferencias son producidas por la estructura, y se hacen sentir sobre todo en las distintas variedades de una misma especie. Todos los cuerpos solubles en el agua son en general muy frágiles, lo cual parece depender de su naturaleza. Otro tanto se puede decir de aquellos en que el agua entra como parte constitutiva, y que se llaman hidratos. Entre los cuerpos insolubles, los que son susceptibles de exfoliacion son por lo general mas frágiles que los otros; las variedades compactas de una misma sustancia son mas fáciles de romper que las de estructura laminosa, y sobre todo que las de estructura fibrosa entrelazada que son frecuentemente de una extremada tenacidad. Esta varía tambien segun las diferentes clases de compacidad; los cuerpos que en su fractura presentan el brillo de la resina ó del engrudo seco, son generalmente mas frágiles que aquellos cuya compacidad es vítrea; estos son mas frágiles que los cuerpos compactos pétreos, y sobre todo que los que resultan de una agregacion sólida de partículas pequeñas rodadas. Las sustancias muy celulosas son tambien generalmente muy difíciles de romper, pero esto no se debe tanto á su tenacidad real, como á que el efecto del golpe se propaga muy difícilmente en la masa, y que muere, como se diria vulgarmente, al deshacer la primera celdilla que se encuentra en su direccion.

La tenacidad no está en manera alguna en relacion con la dureza tal como la hemos definido; suele aun suceder con frecuencia que se halle en razon inversa de esta propiedad; porque un gran número de cuerpos muy duros son mas frágiles que otros muchos, blandos. Esto se debe á que la facilidad de romperse en pedazos depende de la elasticidad, que es por lo general mayor en los cuerpos mas duros. Las sustancias poco elásticas, como la mayor parte de los agregados térreos, que por medio de un choque, aun cuando sea débil, pueden dividirse en varias partes, son mas bien desechas que rotas por el choque.

La tenacidad no es de una gran utilidad en mineralogia, por la razon, sobre todo, de que es difícil evaluar la fuerza del golpe que se da. No se usa este carácter sino como accesorio en la descripcion de un corto número de sustancias, indicando que son mas ó menos frágiles; pero en este punto conviene advertir que los grados de tenacidad, no han sido mejor estudiados que la dureza, y que comparándolos á la disposicion molecular, se encuentran circunstancias análogas á las de dicha propiedad.

La *flexibilidad* es la facultad que poseen ciertas especies minerales, ó ciertas variedades de especies, de poder encorvarse con mas ó menos facilidad sin quebrarse. En general se presenta en todas las sustancias que se hallan en fibras muy delgadas ó filamentos muy finos. En algunas como en lo que se llama vulgarmente amianto, es á veces tal, que la masa es tan blanda como la estopa de seda, y la materia conserva la forma que se le ha dado. Hay otras sustancias que son tambien muy flexibles; pero que vuelven á su primera forma desde el instante en que ha cesado de obrar, porque son al mismo tiempo muy elásticas. Hay tambien materias que presentan cierta flexibilidad por efecto de la disposicion mas ó menos suelta de sus partículas; varias especies de mármoles sacaroideos, materias granuladas, talladas en placa, se hallan en este caso; algunas veces la flexibilidad se aumenta, ó se produce enteramente por la presencia de una cantidad mayor ó menor de pajillas de mica; esto es lo que se observa en ciertas rocas cuarzosas granugientas del Brasil, que se designan ordinariamente con el nombre de gres elástico, ó gres flexible del Brasil. Por su naturaleza misma y por las causas que le producen, este carácter tiene siempre muy

poca importancia y no sirve sino para establecer algunas variedades en tal ó cual especie.

La *ductilidad* es la facultad que tienen ciertos cuerpos de poder ser extendidos por la presion ó por la percusion y conservar sensiblemente la forma que han recibido. Sus partículas se deslizan entonces unas sobre otras con mas ó menos facilidad y se colocan de una manera permanente en nuevas posiciones respectivas. Hay algunos cuerpos que son bastante dúctiles para poder ser amasados entre los dedos; tales son en las sustancias minerales, las arcillas humedecidas con agua; esta clase de ductilidad es designada frecuentemente con el nombre de blandura; pero no deben confundirse los cuerpos blandos en este sentido con los desmoronadizos ó con los flexibles. Otros cuerpos no manifiestan su ductilidad sino cuando se los somete á una fuerte presion; tales son el plomo, el estaño, las diveras especies de metales que se usan habitualmente, y que solo se extienden con facilidad por la accion del martillo, de donde ha venido la palabra maleabilidad, ó por la accion del laminador.

La ductilidad no puede casi ser empleada como carácter distintivo, sino para los metales, de los cuales unos son maleables y otros frágiles. Muchas veces depende de la temperatura á que se hace el ensayo, hay metales que son mas dúctiles en caliente que en frio, como el hierro, y otros en que sucede precisamente lo contrario, como la plata, el estaño, etc. El zinc no se forja fácilmente despues de su fusion, sino á la temperatura del agua hirviendo; pero cuando se le reduce á láminas ó á hilo, etc., conserva bastante ductilidad á la temperatura ordinaria, lo que prueba que esta propiedad depende de una disposicion particular de las moléculas de los cuerpos.

CAPITULO VI.

PESO ESPECIFICO.

Definicion. No se necesita una larga observacion de las sustancias minerales para conocer que en volúmenes próximamente iguales, hay unos que son mucho mas pesados que otros. La diferencia es tal entre algunos, que solo con tomarlos á peso, se podrá siempre distinguirlos, nunca se confundirá, por ejemplo, de esta manera, el platino con la plata, ó el plomo, con el estaño; tampoco se confundirá el rubí ó el zafiro con un cristal de roca que tuviera el mismo color, y en fin con la costumbre, se distinguiria un gran número de sustancias, como lo hacen habitualmente los mineralogistas y joyeros. Pero es preciso en lo posible, fundar la determinacion de los caracteres en principios ciertos, y no contentarse con aproximaciones que á pesar de la costumbre pueden con frecuencia inducir á error; por otra parte, entre ciertas sustancias, la diferencia de peso en volúmenes casi iguales no es bastante considerable para poder ser observada de esta manera.

Fácilmente se concibe que si se llegara á reducir rigorosamente todos los cuerpos al mismo volúmen, se sabria con exactitud cuánto mas pesados son unos que otros, y tomando uno por término de comparacion, se obtendrian expresiones numéricas qne permitirian compararlos á todos entre sí. Se sabria que unos son dos veces, tres veces, etc. mas pesados que la unidad, que otros no pesan mas que $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, etc. Estos números son lo que se llama peso específico de los cuerpos sometidos al experimento.

Modo de operar. Fácilmente se concebirá que no es necesario reducir todos los cuerpos al mismo volúmen para tener su peso específico, y que basta siempre poder referir exactamente el que sirve de medida comun al mismo volúmen que el que se quiere comparar con él; esto es todo lo que se necesita para establecer la relacion entre los pesos. Ahora bien, si se toma un cuerpo líquido por término de comparacion, nada será mas fácil que reducirle exactamente al volúmen del cuerpo propuesto. Si este cuerpo es igualmente líquido, bastará elegir un frasco que servirá de medida comun, se prepara exactamente, y despues se llenará del líquido unidad; se volverá á pesar, se vaciará, y despues de haberle secado bien, se llenará del líquido propuesto para pesarle de nuevo; es evidente que se sabrá de este modo el peso de dos cuerpos en un mismo volúmen.

Si el cuerpo propuesto es sólido, no habrá dificultad; porque despues de haber llenado exactamente un frasco con tapon esmerilado, de un líquido cualquiera, si se sumerge en él un cuerpo, saldrá un volúmen líquido precisamente igual al volúmen de este cuerpo; es preciso pues averiguar el peso del líquido desalojado. Para esto, se coloca el frasco lleno y el cuerpo en el platillo de una balanza, y se pesa todo; despues se introduce el cuerpo en el frasco, que se enjuga con cuidado, y se pesa de nuevo; la diferencia del peso actual al primero es el peso del líquido desalojado.

Tambien se puede averiguar de otra manera el peso de un volúmen líquido igual al del cuerpo sólido propuesto, partiendo del principio hidrostático demostrado por la experiencia y por el razonamiento, de que un cuerpo sumergido en un líquido, pierde de su peso, lo que pesa el volúmen de líquido desalojado. Se pesa pues el cuerpo al aire, y luego se le vuelve á pesar introduciéndole en el líquido por medio de un hilo que le suspende por debajo de la balanza; la diferencia de su peso actual con el primero es el peso del volúmen de líquido igual al suyo. Por este medio se han averiguado casi todos los pesos específicos que se hallan en las obras.

Balanza de Nikolson. Nikolson ha imaginado todavía otro medio, que exige instrumentos menos costosos. Se sirve de un areómetro particular, que lleva su nombre; es un cilindro hueco de hoja de lata, plata ó cristal, redondeado en sus extremidades, y exactamente cerrado. En una extremidad tiene un platillo y en la otra un cono inverso, cóncavo y lastrado en su interior, de modo que cuando se sumerge en un líquido el instrumento, sobrenade siempre una parte de cilindro.

Para operar con este instrumento, se le introduce en el líquido que sirve de medida comun; en el platillo superior se ponen algunos pesos suficientes para que el instrumento entre en el líquido hasta un punto señalado; en seguida se quitan estos pesos, y se pone en su lugar el cuerpo propuesto, que debe siempre ser bastante pequeño para que pese menos; despues se añaden pesos hasta que el instrumento vuelva a bajar hasta la señal, y es claro que el primer peso, menos el segundo, es el peso del cuerpo al aire. Hecho esto, sin cambiar los nuevos pesos, se quita el cuerpo del platillo superior, y se le coloca en la cubeta inferior; entonces pierde una parte de su peso, y hay necesidad de añadir alguna cosa en el platillo superior para que vuelva á bajar el instrumento hasta el punto señalado; ahora bien, lo que hay que añadir es la pérdida del cuerpo en el líquido, y por consiguiente el peso de un volúmen de este líquido igual al del cuerpo propuesto.

Unidad de peso específico. Se ha convenido en tomar por unidad el agua destilada á 14 grados de Reaumur, y todos los pesos específicos se expresan en múltiplos ó sub-múltiplos de esta unidad. Asi cuando se halla en las obras que el peso específico del platino es 21, el del oro 19, el del mercurio 13, el del plomo 11, el de la plata 10, el del cobre 8, el del estaño 7, etc., etc.; esto quiere decir que el primero de dichos metales es veintiuna veces mas pesado que el gaua en el mismo volúmen, y el último solo siete ve-

ces mas pesado. El platino es, pues, tres veces mas pesado que el estaño.

Precauciones que deben tomarse. Cuando se quiere determinar el peso específico de un cuerpo, es preciso decidir de antemano si hay que limitarse á considerar el volúmen exterior del cuerpo, haciendo abstraccion de los vacíos ó poros que pueden existir en su interior, y que se consideraron desde entonces como inherentes á la materia, ó bien si se procurará descontar estos vacíos considerándolos en tal caso como accidentales, no atendiendo sino á la materia misma. En el primer caso, se deben tomar algunas precauciones para los cuerpos que pueden empaparse; porque es evidente que entonces en el primer modo de operar, el volúmen del líquido desalojado del frasco, no es igual al volúmen del cuerpo, y en los otros modos la pérdida que se observa es menor que la que deberia verificarse, esta pérdida seria hasta nula, si el cuerpo absorbiera todo el líquido que desaloja. Para evitar el error que se cometeria entonces, es preciso volver á pesar el cuerpo despues de empapado, y añadir al peso del líquido desalojado, el del que ha penetrado en los poros.

Cuando por el contrario se consideran los poros como accidentales, es necesario, si el cuerpo es susceptible de empaparse en agua, dejarle tomar toda la que pueda absorber antes de determinar el peso del líquido que desaloja, porque entonces no hay mas que el desalojamiento causado por la materia. Pero hay muchos cuerpos que á pesar de su porosidad, no son susceptibles de empaparse en agua; en este caso, si se quieren descontar los poros que aumentan necesariamente su volúmen, no hay mas remedio que reducirlos á polvo; así se destruye la agregacion que habia dado lugar á la formacion de los poros, y se reduce en lo posible la materia á su densidad real.

Hay cuerpos que son solubles en el agua, y para los cuales por consiguiente, no es posible emplear este líquido para la determinacion del peso específico. En este caso es preciso sustituir al agua un líquido en que el cuerpo no sea soluble, y cuyo peso específico se conozca ó se determine; el espíritu de vino, el aceite de trementina, el mercurio, pueden usarse en semejante caso.

Valor de este carácter. Se puede hacer del peso específico un carácter bastante importante en mineralogía; pero para esto, es preciso hacer de manera que se descuenten los poros que determinan en los minerales las diferentes variedades de agregacion y de estructura, por consiguiente, es preciso adoptar lo que se llama peso específico absoluto, que se toma reduciendo préviamente el cuerpo á polvo. Si solamente se tomara el peso específico de la manera ordinaria, y como se ha hecho hasta aquí en todas las obras de mineralogía, el carácter perderia mucho de su valor, porque en la misma sustancia, el modo de agregacion determina variaciones notables; esto es lo que se ha reconocido en una serie de pesos específicos tomados en diversas variedades de las mismas sustancias elegidas entre las que eran químicamente puras, y que se hallan reunidos en las siguientes tablas.

1.° CARBONATO DE CAL ROMBOEDRICO.

		Peso específico ordinario.
En pequeños cristales	romboédricos. . .	2,7234 2,7233 2,7231
	en prismas de bases exágonas regulares.	2,7227 2,7225
	dodecaedros escalenos.	2,7224 2,7223
De Islandia, transparente y homogéneo.		2,7213
De Islandia, transparente, pero formado de pequeños cristales regularmente dispuestos.		2,7138
De Islandia, transparente, pero formado de pequeños cristales irregularmente dispuestos.		2,7131
Porcion de un cristal grande dodecaedro de Derbyshire.		2,71303
Porcion de un cristal grande romboédrico, modificado por un dodecaedro sobre las aristas inferiores		2,71124
Laminoso, con láminas grandes. . . .		2,7069 2,7068
Laminoso, en láminas pequeñas. . . .		2,7069 2,7061 2,7058
Sacaroideo con un poco de magnesia. .		2,7063
Fibroso, con fibras finas, rectas, paralelas.		2,7056
Fibroso, con fibras finas entrelazadas. .		2,6937
Laminoso-compacto		2,7102
Fibroso-compacto.		2,7092
Compacto, de fractura concoidea. . .		2,7195
En estalactitas fibrosas.		2,7049
En estalactitas fistulares compactas . .		2,5239

Las variedades impuras son unas veces mas y otras menos pesadas que las variedades puras, á que se parecen por su forma ó su estructura.

2.° CARBONATO DE CAL ARAGONITO.

En cristales pequeños.	2,9467 2,9459 2,9457
En cristales grandes formados evidentemente de cristales pequeños. . . .	2,9071 2,9069
En maclas de Leogang	2,9063
Idem de Aragon.	2,9058 2,9053
Fibroso, con fibras rectas paralelas. . .	2,9297 2,9287
Fibroso, con fibras entrelazadas. . . .	2,9169 2,9158
Fibro-compacto.	2,9283
Coraloideo, trasluciente, con puntas cristalinas.	2,8321
Idem, opaco, con superficie lisa. . . .	2,7647

3.° MALAQUITA.

En cristales muy pequeños estriados de la superficie de una masa fibrosa. . . .	3,5907
Epigena, en forma de carbonato azul y de estructura fibrosa.	3,3572 3,3547
Epigena, bajo la forma de protóxido de cobre.	3,3496
Fibrosa, de fibras rectas divergentes. . .	3,5734

	Peso específico ordinario.
Fibroso-compacta.	3,5812
Estalactila testácea.	3,5673

4.° CARBONATO DE PLOMO.

En cristales pequeños transparentes..	6,7293
En cristales grandes..	6,7239 6,7231 6,7228
En maclas..	6,7217
Fibroso, transparente, con fibras paralelas.	6,7149
Fibroso, opaco, con fibras divergentes y un poco entrelazadas.	6,7108 6,7102

5.° SULFATO DE CAL HIDRATADO (YESO).

En cristales pequeños.	2,3257
En cristales grandes claros, regulares.	2,3243 2,3241
En cristales grandes obliterados.	2,3121 2,3115
Laminoso.	2,3091 2,3087
Fibroso, con fibras pequeñas paralelas, contorneadas.	2,2985
Fibroso, con fibras gruesas contorneadas.	2,2859
En cayado..	2,2858
Niviforme.	2,2615
Laminoso-compacto.	2,3175 2,3112
Fibroso-compacto.	2,3121

6.° SULFATO DE ESTRONCIANA.

En cristales pequeños.	3,9593
En cristales grandes.	3,9582 3,9579 3,9577
Fibroso, con fibras divergentes.	3,9410
con fibras entrelazadas.	3,9297

7.° SULFURO DE PLOMO.

En cristales pequeños.	cúbicos.	7,7593 7,7585
	octaedros.	7,7576 7,7569 7,7568
En cristales grandes.		7,7384 7,7298 7,7169 7,6593
En prisma exágono procedente de la descomposicion completa del fosfato.		7,6386 7,6107
En octaedro rectangular procedente de la descomposicion del carbonato.		7,608

	Peso específico ordinario.
Laminoso, con láminas grandes.	7,7406
Laminoso, con láminas pequeñas.	7,7403
Laminoso-fibroso (galena palmeada).	7,7398
Laminoso compacto.	7,7487

8.° CUARZO INCOLORO.

En cristales pequeños.	2,6541
En cristales grandes.	2,6532
En masa transparente.	2,6531 2,6530
Fibroso, con fibras finas paralelas.	2,6365 2,6358
Fibroso, con fibras gruesas divergentes.	2,6359 1,6354
Granular, mas ó menos compacto.	2,6361 2,6407 2,6413

Limitándose á los datos que presentan las ocho sustancias puras que acabamos de citar, y que ofrecen ciento y cuatro observaciones de peso específico, se pueden ya notar varios hechos, que parecen de gran interés.

1.° Comparando entre sí los números que se refieren á las diferentes variedades de una misma sustancia, se ve evidentemente que hay en cada una de ellas variaciones notables en el peso específico tomado de la manera ordinaria, que por consiguiente no puede ser considerado como un carácter distintivo.

2.° Comparando á la vez los números y las anotaciones que preceden á cada uno de ellos, se ve que las variaciones de peso específico estan en relacion con los diferentes estados en que se hallan las sustancias, y que los números son tanto mayores cuanto mas cerca se halla la materia de una cristalizacion regular.

3.° En todas las sustancias, los cristales pequeños son los que presentan el mayor peso específico, de donde se sigue que son estos los que presentan en su masa mas homogeneidad, lo cual se refiere á lo que hemos dicho ya, que los cristales pequeños son los que ofrecen mas limpieza en sus formas.

4.° En todos los cristales grandes el peso específico es mas débil que en los pequeños, y aun algunas veces la diferencia es muy grande. De esto resulta necesariamente que los cristales grandes tienen en su interior vacíos mas ó menos considerables, y por consiguiente que los grupos de cristales pequeños, por cuyo medio se forman generalmente los cristales de mucho volúmen, no tienen la regularidad que se les ha supuesto, y que deben existir entre ellos espacios mas ó menos considerables, aun cuando la masa parece tener mas homogeneidad.

5.° Las variedades de estructura laminosa, fibrosa, etc., son generalmente las que tienen menores pesos específicos; esto se advierte con solo echar una ojeada á la tabla. Pero cuando en cada sustancia se viene á tomar la diferencia entre el peso de las variedades laminosa, fibrosa, etc., y los cristales pequeños, y á comparar en seguida todas las sustancias entre sí, bajo este aspecto, se observa un hecho que es no menos notable; se halla entonces que las variaciones son sensiblemente del mismo valor en todas las sustancias como se puede ver en el cuadro siguiente :

SUSTANCIAS.	DIFERENCIAS ENTRE LOS CRISTALES PEQUEÑOS Y LAS VARIEDADES. Laminosas.	FIBROSAS CON FIBRAS Paralelas.	Divergentes.	Entrelazadas.
Carbonato de cal. . . .	0,0165	0,0178	0,0193	0,0297
	0,0164			
	0,0165			
	0,0173			
	0,0176			
Aragonito.		0,0170		0,0298
		0,0180		0,0309
Malaquita.			0,0173	
Carbonato de plomo. . .		0,0174	0,0185	
			0,0191	
Sulfato de cal. . . .	0,0166			0,0272
	0,0170			0,0398
Sulfato de estronciana.			0,0183	0,0296
Sulfuro de plomo. . .	0,0187		0,0195	
	0,0190			
Cuarzo. . .		0,0176	0,0182	
		0,0183	0,0187	
Términos medios. .	0,0173	0,0177	0,0186	0,0312

Por consiguiente, tomando los términos medios, se ve que la estructura laminosa disminuiria el peso específico próximamente en 0,0175; la estructura fibrosa de fibras paralelas en 0,0173; la de fibras divergentes en 0,0186, y la estructura de fibras entrelazadas en 0,0312. No hay excepcion un poco aparente sino para una de las variedades de sulfato de cal, lo que depende sin duda de la facilidad de esfoliarse.

6.° En estas mismas variedades, laminosa, fibrosa, etc., el peso específico varía segun el grueso de las láminas ó de las fibras, de manera, que cuando son muy finas, el peso aumenta y se aproxima mas ó menos al que se observa en los cristales pequeños; esto se ve especialmente en las variedades laminoso-compacta, fibroso-compacta, etc. De esto resulta, que la comparacion que acabamos de hacer entre las diferentes sustancias que tienen la estructura laminosa ó fibrosa, no puede ser exacta sino en el caso en que haya identidad en el grueso de las láminas y de las fibras por una y otra parte. Pero esta observacion tiende aun á establecer mas y mas la opinion que hemos sentado, de que en una misma estructura la variacion de peso específico es la misma que cualquiera que sea la naturaleza de la sustancia.

7.° Las variaciones que se observan en los cristales grandes son irregulares, y no pueden ser comparadas de una sustancia á otra como las que presentan las variedades laminosas. Esta irregularidad indica necesariamente algo de accidental en la manera de agruparse los cristales pequeños para formar los grandes.

8.° Los mas débiles pesos específicos, parece que existen en las variedades epigenas de las diversas sustancias; esto es lo que se observa en la malaquita epigena procedente ya sea de la descomposicion completa del carbonato azul de cobre, ya de la del protóxido de este metal, y en el sulfuro procedente de la descomposicion del fosfato y del carbonato. Por consiguiente, en estos casos de descomposicion es en donde las estructuras se hacen mas irregulares; en efecto, se observa esta irregularidad de una manera bien sensible al examinar estas variedades.

Resulta de estas diferentes obsérvaciones, que las sustancias minerales son susceptibles de sufrir en su peso específico, variaciones que dependen de la manera en que los cristales rudimentarios se agregan para formar masas mas ó menos considerables. Segun esto, es necesario convenir en que hay mas poros en ciertos casos que en otros; pero si esto es asi, todas las variedades deben presentar el mismo peso específico cuando se ha destruido su género de agregacion, reduciéndolas á polvo; ahora bien, esto es precisamente lo que sucede; todas las variedades de una misma sustancia ofrecen el mismo peso específico absoluto, y las diferencias que se observan entran en el límite de los errores que se pueden cometer en las operaciones. Esto se halla demostrado en la tabla siguiente, donde se encuentran los pesos específicos de varias sustancias, examinadas anteriormente despues de haberlas reducido á polvo.

NOMBRES DE LAS SUSTANCIAS.	Peso específico ordinario.	Peso específico absoluto.
Carbonato de cal en cristales pequeños.	2,7234	2,72320
	2,7231	2,72321
	2,7224	2,72319
Idem. Porcion de un cristal grande.	2,71303	1,72314
Id. laminoso.	2,7058	2,72330
Id. fibroso, de fibras gruesas.	2,7041	2,72317
Id. de fibras entrelazadas. .	2,6937	2,72293
Id. en estalactitas fistulares compactas.	2,5239	2,72287
Aragonito en cristales pequeños..	2,9467	2,9469
Id. en maclas.	2,9063	2,9467
Id. de fibras entrelazadas. .	2,9158	2,9468
Id. coraloideo de superficie lisa.	2,7647	2,9461
Malaquita en cristales pequeños..	3,5907	3,5903
Id. epigena.	3,3572	3,5904
Id. fibrosa, de fibras rectas divergentes.	3,5734	3,5901
Id. estalactitica testácea. .	3,5673	3,5905
Carbonato de plomo en pequeños cristales.	6,7293	6,7289
Id en maclas.	6,7217	6,7290
Id. fibroso opaco.	6,7102	6,7292
Sulfato de cal en cristal pequeño.	2,3257	2,3316
Id. en cristales obliterados.	2,3115	2,3317
Id. laminoso.	2,3091	2,3318
Id. fibroso con fibras gruesas.	2,2859	2,3315
Id. niviforme.	2,2615	2,3316
Sulfato de estronciana en pequeño cristal.	3,9593	3,9591
Id. en cristales gruesos. . .	3,9579	3,9594
Id. fibroso, de fibras divergentes.	3,9410	3,9592
Sulfuro de plomo en pequeño cristal.	7,7593	7,7590
	7,7568	7,7591
Id. en cristales grandes. . .	7,7169	7,7594
Id. procedente de la descomposicion del fosfato. . . .	7,6398	7,7593
Id. laminoso.	7,7406	7,7593
Cuarzo en pequeños cristales.	2,6541	2,6541
Id. fibroso, con fibras paralelas.	2,6365	2,6540
Id. con fibras gruesas. . .	2,6354	2,65399
Id. granular.	2,6407	2,6540

Por esta tabla se ve claramente que el peso específico absoluto es el único que puede suministrar un carácter comparable, y por consiguiente de cierta importancia en mineralogía. Pero parece difícil obtener este valor absoluto, y probablemente se cometerá algun pequeño error por el medio que hemos indicado; se obtendran números comparables, lo cual por otra parte nos basta, y no el verdadero peso específico absoluto del cuerpo. En efecto examinando la última tabla que hemos trazado, se puede observar que en cinco de las ocho sustancias que hemos estudiado, el número que se obtiene despues de haber reducido los pequeños cristales á polvo, es un poco mas bajo que el que se obtiene de los cristales mismos, lo cual depende probablemente de que se han producido algunas hendiduras en las partículas al romper el cuerpo. De esto resulta que los tipos de peso específico deberian mas bien tomarse en los cristales pequeños que en su polvo, pero entonces habria alguna diferencia del que se podria obtener para las otras variedades.

Segun las observaciones anteriores, creemos poder fijar los pesos específicos comparables, en los números siguientes, para las ocho sustancias citadas, en las cuales se ha tomado el término medio de las observaciones.

Carbonato de cal romboédrico.	2,7231
Carbonato de cal aragonito.	2,9466
Malaquita.	3,5904
Carbonato de plomo.	6,7290
Sulfato de cal (yeso).	2,3316
Sulfato de estronciana.	2,9592
Sulfuro de plomo.	7,7592
Cuarzo.	2,6540

Estos números son sensiblemente constantes en todas las variedades, y pueden servir para distinguir las sustancias entre sí cuando son puras. Seria conveniente que se hiciera la misma operacion para todas las especies minerales, á lo menos para las que son susceptibles de presentar muchas variedades de estructura; pero hasta que se haga este trabajo se debe cuidar de elegir por tipos, entre los numerosos hallados por el método ordinario, los que se refieren á los cristales, y particularmente á los de pequeño volúmen.

A pesar de las precauciones que se pueden tomar para establecer el peso específico de la manera menos equívoca, es raro que pueda servir este carácter, solo porque algunas sustancias, muy diferentes unas de otras, difieren muy poco por el peso específico; tales son, por ejemplo, el diamante y el topacio blanco, que no deben, sin embargo, confundirse, en atencion á la diferencia de su valor en el comercio. Pero si no siempre se puede emplear solo, este carácter es uno de los que se pueden añadir con mas ventaja á algunos otros para distinguir con certidumbre las diversas sustancias minerales. Sirve ventajosamente para el reconocimiento de las piedras finas, reuniéndole al lustre, á la dureza y algunas veces á las propiedades eléctricas.

CAPITULO VII.

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

I. *De la electricidad.*

TODAS las sustancias son susceptibles de adquirir la virtud eléctrica, ya sea por uno, ya por otro de los medios conocidos de desarrollar esta propiedad: es decir, por el frote, por la presion, por el contacto, ó por el calor, muchas veces se la puede provocar en la misma sustancia por todos estos medios.

Sustancias aisladoras y conductoras. Hay sustancias que pueden ser electrizadas inmediatamente por uno ú otro de los medios que acabamos de citar; estas son las de naturaleza petrosa, vítrea ó resinosa; pero hay otras que no se pueden electrizar sino despues de aislarlas, es decir, despues de haberlas fijado por medio de un pié formado de alguna de las materias que no dan paso al fluido eléctrico, como el vidrio, el lacre, etc.; tales son las sustancias que se encuentran en estado metálico ó en un estado parecido. Esta diferencia, la mas importante quizá de todas las que se refieren á este género de observacion, divide los minerales en dos grandes clases, á saber: los *minerales aisladores*, los *minerales conductores*, que en ningun caso podran confundirse unos con otros.

Especie de electricidad adquirida por el frotamiento ó la presion; su grado de importancia. En cada una de las dos grandes clases que acabamos de indicar, las sustancias minerales difieren tambien en general unas de otras, por la especie de electricidad que pueden adquirir cuando son frotadas ó comprimidas por un mismo cuerpo; las unas toman en general la *electricidad positiva* y las otras en general la *electricidad negativa.* Pero este carácter que á primera vista parece importante, está sujeto á un gran número de excepciones; en efecto, sucede frecuentemente que en la misma especie de sustancia, un cristal toma una especie de electricidad, mientras que otro toma la electricidad contraria; Haüy ha observado algunas veces que en un mismo cristal, una de las caras manifestaba por el frotamiento una especie de electricidad, mientras que otra manifestaba lo contrario. En algunos casos se puede fácilmente dar razon de estas diferencias, y aun preverlas de antemano; en efecto la mayor ó menor transparencia de los cuerpos, el grado de pulimento y brillo de las superficies, bastan para hacer variar la especie de electricidad. Asi es sabido desde hace mucho tiempo que una sustancia que da por ejemplo, la electricidad positiva, cuando es transparente y sus caras son lisas y brillantes, da la electricidad negativa cuando la transparencia es enturbiada y sus caras son mas ó menos mates; esta es la diferencia que se observa entre el cristal con lustre y el deslustrado. Pero sucede tambien muy frecuentemente que se obtienen dos efectos opuestos con cristales de una misma sustancia, sin que se pueda notar entre ellos la menor diferencia de transparencia y de pulimento.

Diferencia en la facilidad de adquirir la electricidad y en la facultad de conservarla. Las sustancias minerales difieren tambien entre sí generalmente por la mayor ó menor facilidad con que toman la virtud eléctrica, y por la mayor ó menor dificultad con que la pierden. Hay algunas que basta apretar ligeramente entre los dedos para hacerles adquirir un grado muy marcado de electricidad, y otras que no se electrizan sino muy difícilmente, tanto por este medio como por el frotamiento. Entre las primeras el carbonato de cas cristalizado ó espato de Islandia, es una de las mal notables, porque es casi imposible tocarle sin electrizarle; otras muchas sustancias como el topacio se electrizan tambien con la mayor facilidad. La facultad de retener la virtud eléctrica es aun muy marcada en las mismas sustancias; el carbonato de cal la conserva por algunos dias, cualquiera que sea el estado de la atmósfera, se puede exponerle á la humedad, y aun colocarle bajo el agua, sin que pierda sensiblemente su virtud; el topacio conserva tambien la electricidad durante mucho tiempo, aunque se halle en comunicacion con cuerpos conductores. Hay otras sustancias por el contrario, que apenas conservan la virtud eléctrica un cuarto de hora; tales son, por ejemplo, el cristal de roca y el diamante.

Tales diferencias pueden servir en muchos casos para distinguir las diferentes sustancias unas de otras; pero no conviene fiarse enteramente de ellas, porque si como hemos hecho notar, sucede frecuentemente

que en la misma sustancia hay variedades que toman la electricidad positiva y otras la electricidad negativa, del mismo modo se encuentran en la misma sustancia variaciones notables, ya en el grado de facilidad de electrizarse, ya en la facultad de conservar la electricidad. Hay variedades que es imposible electrizar, y aunque esto sucede frecuentemente cuando hay alguna diferencia de tejido, hay muchos casos en que no se puede reconocer ninguna causa á estas variaciones.

Electricidad por el calor. Entre los cuerpos aisladores es donde se ha observado hasta ahora los que son susceptibles de electrizarse inmediatamente por el calor; tales son el topacio, la turmalina, etc., etc. Se observa entonces que por lo general se forman dos polos eléctricos diferentes, es decir, que una de las extremidades del cristal manifiesta la electricidad positiva, mientras que la otra manifiesta la electricidad negativa; estas diferencias se hallan frecuentemente en relacion con la cristalizacion, y se observa en los cristales perfectos que cada polo ofrece modificaciones particulares, teniendo el polo positivo mas ó menos caras que el negativo, ó recíprocamente, ó bien caras de otro género.

Becquerel ha hecho experimentos acerca de la electricidad por el calor, que han precisado este género de fenómeno y cambiado enteramente las ideas que se habian admitido anteriormente. Se creia, por la autoridad de Haüy, que los minerales empezaban á electrizarse á cierta temperatura; variable del uno al otro, y continuaban tomando una virtud eléctrica cada vez mas fuerte, hasta cierto límite, que se creia igualmente variable, pasado el cual la virtud eléctrica decrecia hasta hacerse nula. Pero este resultado aparente se debia al mal método empleado para hacer el experimento, y Becquerel ha demostrado que haciéndole convenientemente, no sucedia lo mismo.

Para hacer el experimento de modo que se evitara todo error, es necesario suspender el cuerpo cuya electricidad se quiere experimentar, de un hilo de seda no retorcido, en medio de un matraz que se llena próximamente hasta una tercera parte de mercurio. En seguida se coloca este matraz en una cápsula de hierro, en la cual se pone tambien un poco de mercurio, y debajo de todo una lámpara de alcohol. Por este medio se consigue calentar gradualmente todo el aparato, y se puede elevar la temperatura cuanto se quiera, lo cual se juzga tambien por medio de un termómetro colocado en el interior del matraz.

Operando de este modo, se observa bien pronto que las diferentes sustancias no empiezan á manifestar la virtud eléctrica, sino á cierto grado de temperatura, variable para cada una de ellas, como se sabe hace mucho tiempo, y que se puede fijar con alguna precision, ensayándolas, sin sacarlas del aparato, con una barra de lacre electrizado, que se presenta por fuera. Desde el momento que han adquirido la virtud eléctrica, se ve que su intensidad aumenta progresivamente á medida que la temperatura se hace mayor, y esto, segun parece, indefinidamente, de manera que no hay límite en que los fenómenos cesen.

Pero es necesario que la temperatura sea siempre creciente; porque si ocurre que quede un momento estacionaria, toda traza de electricidad desaparece en el momento; esto se prueba apagando la lámpara, porque la temperatura continúa aumentando algunos instantes, queda pronto estacionaria, y en el momenta mismo la electricidad es cero; pero entonces se observa otro fenómeno, y es que cuando al cabo de algunos instantes la temperatura del aparato empieza á bajar, se ve reaparecer la electricidad; en este caso, los polos han cambiado de sitio, el que era positivo cuando la temperatura crecia, se vuelve negativo y recíprocamente; esto se puede demostrar marcando uno de los polos en el primer caso.

Este último estado eléctrico, por temperatura decreciente, es el único que se ha observado hasta que Becquerel ha hecho sus experimentos; entonces se calentaba la piedra sobre carbones, y sucedia casi siempre que en el momento en que se llevaba al aparato para ensayarla, la temperatura quedaba estacionaria, y entonces se creia haber llegado á un límite en que la electricidad se hacia nula. Se esperaba algunos instantes creyendo retroceder de dicho límite; pero entonces la temperatura empezaba á bajar, y la electricidad se manifestaba en sentido inverso de lo que hubiera sido en el primer caso.

Haciendo el experimento como lo hemos indicado, se ve que las diversas sustancias empiezan á electrizarse á temperaturas muy diferentes que seria muy útil fijar. Hay algunas que se electrizan con la mayor facilidad, la calamina, por ejemplo, se halla en este caso, bastando el menor cambio de temperatura creciente ó decreciente para hacerla eléctrica, de manera que parece hallarse siempre estacionaria. Los signos de electricidad se manifiestan en esta sustancia por variaciones tan pequeñas de temperatura, que se ha creido que era habitualmente eléctrica á la temperatura ordinaria; pero el hecho es que esto no se verifica sino cuando hay un cambio creciente, sea en mas ó en menos.

Es absolutamente necesario en estos experimentos, calentar la piedra uniformemente, lo que se verifica siempre por medio del aparato que hemos indicado, porque si se calienta un extremo mas que el otro, los fenómenos son muy diferentes. Becquerel ha demostrado que calentando uno de estos cuerpos por un extremo solamente, siendo la temperatura creciente, esta extremidad toma una electricidad contraria á la que se manifiesta por el enfriamiento uniforme, y que la otra extremidad se encuentra á cero, mientras que la temperatura no se ha elevado, de manera que la piedra no presenta mas que una sola especie de electricidad, y á uno de sus extremos solamente. Cuando la extremidad opuesta á la que se calienta, llega á calentarse tambien, se manifiesta en ella una electricidad contraria á la de la primera, y entonces la sustancia presenta polos inversos de los que poseen cuando la temperatura decrece uniformemente. Cuando queda estacionaria, toda señal de electricidad desaparece tambien; pero en el momento en que empieza el enfriamiento, reaparece en sentido inverso. Si la temperatura decrece por el lado que se ha calentado, este lado toma la electricidad opuesta á la que manifestaba con la temperatura creciente, y el otro lado permanece á cero mientras no se le calienta; pero si la temperatura se eleva en él, toma la electricidad contraria á la que hubiera tomado el otro extremo por medio de una temperatura igualmente creciente, y que desde el momento es igual á la de dicho extremo en el estado actual. De aquí resulta que la piedra presenta la misma especie de electricidad en cada uno de sus extremos, que son entonces ambos positivos ó negativos.

Los caracteres sacados de la electricidad por el calor, tienen por lo general mas fijeza que los que se sacan de la electricidad por frotamiento ó presion. Parece tambien qué se podrian formar caracteres importantes, estudiando convenientemente las sustancias; porque todo hace creer que los efectos dependen á un mismo tiempo de la naturaleza de los cuerpos y de su estructura íntima, que debe presentar algo de particular, variable sin duda de una especie á otra. Sin embargo, en el estado actual de nuestros conocimientos, hay aun anomalías que introducen mucha incertidumbre; en efecto, en la misma sustancia se encuentran variedades que se electrizan muy fácilmente y otras que no toman jamás la virtud eléctrica, sin que se pueda decir hoy de qué depende esta diferencia.

II. *Accion de los minerales sobre la barra imantada.*

Esta accion es muy limitada; porque aunque se haya reconocido que muchas sustancias son magnéticas, solo el hierro se halla en la naturaleza en estado de obrar sobre la aguja imantada. Deben distinguirse dos clases de accion; en la una el cuerpo obra por atraccion sobre el uno ó el otro polo de la aguja; en la otra, el cuerpo mismo posee polos, uno de los cuales obra por atraccion y el otro por repulsion sobre la misma extremidad de la aguja.

Nada hay mas fácil que determinar estas propiedades: basta presentar el cuerpo á una barrilla imantada, para saber si la atrae ó no. Cuando se quiere en seguida conocer si el cuerpo posee el magnetismo polar, basta despues de haberle presentado por un punto, presentarle por el diametralmente opuesto, por el cual debe entonces rechazar la extremidad de la aguja que atraia antes. No hay mas que un mineral de hierro que posea el magnetismo polar y que le comunique á las sustancias minerales en que se halla diseminado; todos los demás minerales del mismo metal son únicamente atractivos, y no poseen inmediatamente esta propiedad; porque frecuentemente es necesario antes haberlos calentado hasta el rojo para obtenerlo.

Haüy ha imaginado un método para hacer sensible la menor cantidad de hierro en un mineral; pero es inútil hablar aquí de la disposicion que emplea; porque en esta manera de hacer el experimento, apenas hay cuerpo aunque esté poco coloreado, que no sea atractivo.

La facultad de obrar ó no sobre la barra imantada, ó de poseer el magnetismo polar, no puede conducir mas que á distinguir entre sí los diversos minerales de hierro, y por consiguiente tiene poca importancia en mineralogia.

CAPITULO VIII.

PROPIEDADES DIVERSAS.

I. *Accion sobre el tacto.*

TAMBIEN sierve como carácter empírico que puede tener su utilidad en ciertas circunstancias, la impresion que las diferentes sustancias pueden producir sobre el tacto. Se distinguen *cuerpos untuosos, cuerpos suaves*, *cuerpos ásperos* al tacto, y se nota si estos caracteres existen en el cuerpo cuando está en masa ó solo en su polvo.

Entre los *cuerpos untuosos*, hay algunos que son muy notables por el desarrollo de esta propiedad. Al tocar esta clase de cuerpos, se creeria tocar un pedazo de jabon. ó algunas veces una materia cubierta de una capa de grasa ó aceite; tal es por ejemplo la *esteatita* asi llamada de στεαρ, στεατος, sebo, precisamente á causa de esta propiedad; otros como el carburo de hierro, el sulfuro de molibdeno, ciertas arcillas, etc., presentan una untuosidad menos fuerte, y en general se pueden establecer muchas gradaciones del mas al menos, en diversas sustancias. Es de notar que casi siempre esta propiedad depende de la naturaleza de los cuerpos, de manera que tiene realmente cierto grado de importancia, sino para distinguir varios cuerpos que ofrecen el mismo carácter con gradaciones difíciles de apreciar, bien á lo menos para separarlos claramente de los que no le poseen que pertenecen siempre á especies diferentes.

Los *cuerpos suaves al tacto*, ya sea en sí mismos, ya en su polvo, son muy numerosos en la naturaleza; esta propiedad depende unas veces de la naturaleza del cuerpo, y otras del estado terroso en que se encuentra, ya sea á consecuencia de las circunstancias en que se ha formado, ya por una descomposicion posterior.

La *aspereza* que presentan ciertos cuerpos, depende en general menos de su naturaleza que de su estructura. Las estructuras luminosas y granulares, dan casi siempre cierta aspereza á las sustancias que las afectan; las estructuras porosa, celulosa y de pomez, ocasionan la aspereza particular que se observa en ciertos productos de los volcanes. La estructura fibrosa, cuando las fibras estan mal agregadas, produce tambien otra clase de aspereza bastante notable; sucede frecuentemente que al romperse desprendiéndose las unas de las otras, estas fibras producen un polvo sumamente áspero, compuesto de agujillas que entran en la piel, y que á veces es difícil separar. Todos los cuerpos vítreos producen en general un polvo áspero al tacto, cuando no está demasiado dividido.

Hay cuerpos que en lugar de lo que se puede llamar propiamente aspereza, presentan una sequedad particular cuando se les toca, ya sea en masa, ya mas particularmente en polvo; estos son los que se designan alguna vez con la frase, *secos al tacto*. Parece que esta propiedad se debe á la facilidad con que estos cuerpos absorben la poca humedad que puede haber en los dedos, los cuales cubren de un polvo fino muy movedizo.

Impresion de frio. Entre los géneros de acciones que los minerales pueden ejercer sobre el tacto, uno de los mas notables, es la mayor ó menor impresion de frio que pueden hacer sufrir á la mano. Esta propiedad no es otra cosa que la mayor ó menor facultad conductora de los cuerpos, y suele estar bastante desarrollada en algunas sustancias, para que se pueda con certidumbre distinguirlos por este medio. Por ejemplo, nunca se confundirá de este modo el cuarzo (cristal de roca), con el vidrio; el primero produce una impresion de frio muy marcada, mientras que en el otro apenas es sensible. El diamante, el topacio, etc., se distinguiran del cuarzo con un poco de costumbre, porque estas sustancias son aun mas frias. Hay tambien cuerpos que son menos frios que el cuarzo, aunque mas que el vidrio, como el carbonato y sulfato de cal, etc., y otros que son aun menos frios que el vidrio, por ejemplo, muchas materias carbonosas que se encuentran en el seno de la tierra.

Se concibe que no se puede emplear este carácter, sino para sustancias que difieren sensiblemente una de otra bajo este aspecto, porque es difícil apreciar las gradaciones; es asimismo necesaria la costumbre para servirse de él en la mayor parte de los casos, y solo los mineralogistas ejercitados, pueden sacar de él un partido ventajoso; pero es uno de esos caracteres vagos, que en cierto modo por instinto, conducen á veces á determinar inmediatamente tal ó cual cuerpo que se encuentra.

Hay sustancias que producen al tacto una *impresion de calor*; pero éste es un efecto químico. Estas sustancias, que se hallan en las solfataras, en los minerales sulfurosos alterados, encierran siempre ácidos libres, cuya accion sobre la piel se manifiesta en el primer momento por un calor mas ó menos marcado.

II. *Olor.*

Tambien se puede emplear el olor para distinguir algunas sustancias unas de otras; este carácter parece aun susceptible de mas extension que se cree ordinariamente, y pudieran en este punto hacerse investigaciones interesantes que no se han tratado de hacer.

Hay olores que dependen de la naturaleza misma de los cuerpos y olores accidentales. En unos como en otros, hay que distinguir los que se manifiestan inmediatamente, y los que no se pueden observar sino por la percusion ó el frotamiento, por elevacion de temperatura ó por combustion.

Los olores *propios de los cuerpos*, ofrecen un carácter muy importante, que puede servir para distin-

guir claramente las diferentes sustancias unas de otras. En efecto, se conocerá siempre el ácido sulfuroso en el olor de azufre quemado; el cloro en un olor particular que se ha comparado al azafran; la nafta y el petroleo en el olor de alquitran; el cobre en el olor nauseabundo que todos conocen; el hierro en un olor picante que no existe en ningun otro cuerpo; el estaño en un olor empalagoso que le es peculiar, etc. Estas sustancias son casi las únicas que tienen un olor propio que se desarrolla inmediatamente; pero hay muchas que manifiestan un olor particular por la combustion. En primer lugar, el azufre y todas las sustancias que contienen este cuerpo sin que esté combinado con el oxígeno, dan ácido sulfuroso por la combustion, y por consiguiente olor sulfuroso; el celenio desprende en el mismo caso un olor de rábano, ya se halle en estado simple, ya en combinacion con algunos metales. El arsénico desprende un olor de ajo muy fuerte que á veces se puede provocar por el simple choque del eslabon que hace saltar una chispa acompañada de vapor blanco. El ámbar amarillo ó sucino especie de materia resinosa, da un olor aromático algunas veces muy suave; pero que varía mucho de un ejemplar á otro. Los betunes dan un olor particular que se llama bituminoso. Hay tambien olores propios que se manifiestan por el simple frotamiento; esto es lo que sucede, por ejemplo, en algunas variedades de sucino. Las materias silíceas por el frotamiento de dos pedazos uno con otro, desprenden tambien un olor particular que se halla muy desarrollado en el cuarzo, mucho menos en las sustancias en que la sílice se halla en combinacion con otros cuerpos, y muy poco en las que contienen al mismo tiempo agua, como el ópalo.

Finalmente, debemos citar los olores que se manifiestan por la insuflacion, la cual produce una ligera humedad en el cuerpo. Tal es, por ejemplo, el olor que presentan las materias arcillosas, ó para hablar mas exactamente, las materias que se hallan en estado térreo. En estas hay una gran diversidad de olor segun la naturaleza de las materias; pero es casi imposible indicarlas por denominaciones, y solo la costumbre puede enseñar á servirse de ellas y gravar en la memoria las diferentes gradaciones que presentan las diversas materias. Este carácter es por lo mismo poco importante, y sin embargo no puede menos de ser útil; por ejemplo, no pueden confundirse los olores de la creta, del trípoli, de la magnesia, de la tierra de Colonia (lignito pulverulento), y de otras muchas sustancias.

Los *olores accidentales*, son de varias clases; se deben á materias extrañas que las sustancias contienen en mayor ó menor cantidad en sus poros y que se manifiestan de diferentes modos; hay algunos que se desprenden inmediatamente ó por medio de una débil elevacion de temperatura, como los olores del cloro y del petroleo, que algunas materias contienen en estado libre. Ciertas maderas bituminosas que se han encontrado en las salinas de Villiczka en Polonia desprender un fuerte olor de trufas que los ejemplares pierden con el tiempo. Ciertos leños que han pasado al estado calcáreo y que se han considerado por mucho tiempo como madreporas, presentan el mismo olor, algunas veces inmediatamente por lo menos al salir del seno de la tierra y siempre por medio de un ligero frotamiento. No es inútil hacer notar sin querer sacar de ello una consecuencia, que este olor es el que desprenden varias especies de animales tales como las aplisias, las holoturias etc. cuando se hallan en putrefaccion. Hay tambien olores accidentales que se manifiestan por la combustion, lo cual tiene lugar cuando las materias que los causan son susceptibles de arder ó de volatilizarse; asi varias especies de materias carbonosas dan un olor bituminoso cuando arden porque contienen betun.

La mayor parte de los olores accidentales, se manifiestan por la percusion ó por el frote y los hay de varias clases. En ciertas piedras calcáreas la percusion ó el frote desprenden un olor fétido que á veces participa del olor de betun y de un olor animal urinoso; este es el que presenta la especie de mármol negro que se usa muy frecuentemente con el nombre de pequeño granito. En otros casos se percibe muy distintamente el olor de hidrógeno sulfurado como se observa en la piedra de yeso de las cercanías de Paris sobre todo á la salida de la cantera; algunas veces se cree reconocer el olor de hidrogenado arseniado como se observa de una manera notable en los pedazos de sulfuro de arsénico recien recogidos, en las Dolomias de San Gotardo que contienen pedazos de esta misma sustancia, y en algunos cuarzos fétidos. Algunas veces se ha creido que estos olores eran resultado de la putrefaccion de los animales, cuyos despojos han formado las grandes masas de piedras calcáreas que se encuentran en los terrenos secundarios; pero debe observarse que existen en mayor número de sustancias que lo que se ha creido mucho tiempo, y que entre estas sustancias se encuentran algunas que pertenecen á terrenos antiguos en donde no se conocen restos orgánicos; tales son ciertas piroxenas de Ala en el Piamonte, las piroxenas blancas de América, los cristales de cuarzo, el carbonato de cal cristalizado de San Gotardo etc. Tambien se ha observado un olor fétido en los minerales de hierro de la isla de Elba. Es muy notable que estas materias cristalinas que manifiestan olor de una especie ó de otra, se hallen con frecuencia en medio de depósitos de diferente naturaleza que son absolulamente inodoros: los olores que se observan en ciertos fragmentos de minerales cogidos en la superficie de las rocas, y que se deben á vegetales criptógamos de diversas especies, y de un olor particular que el mineral conserva mas ó menos tiempo.

Es de notar que muchos de estos olores accidentales se desvanecen al cabo de algun tiempo en las colecciones y que es muy difícil conservar los ejemplares que se han reunido por este motivo; al cabo de poco tiempo la mayor parte no manifiestan ya el carácter que los habia hecho coger.

III. *Sabor.*

El sabor es tambien un carácter muy útil que los químicos emplean muy frecuentemente con buen éxito, pero aunque hay sabores muy distintos que nunca se pueden confundir, hay tambien gradaciones que solo pueden distinguirse por la costumbre. Por lo demás como este carácter no puede existir sino en las materias solubles, de las cuales solo se encuentra un corto número en la naturaleza, se puede fácilmente acostumbrarse á las variedades que presenta. Se puede distinguir en general el *sabor ácido*, el *sabor picante* (sal amoniaco), el *sabor estíptico* ó *astringente*, es decir que hace contraer los músculos del paladar (alumbre, sulfato de hierro, de zinc, de cobre), el *sabor salado* (sal comun), el *sabor amargo* (sulfato de magnesia y de sosa), el *sabor acre* (nitrato é hidroclorato de cal), el sabor *caústico* ó *alcalino* (carbonato de sosa), el *sabor fresco* (nitrato de potasa), el *sabor dulce* (borato y fosfato de sosa). Pero muchas veces hay que añadir un epíteto para designar tal ó cual sal, ó un sabor que no se manifiesta mas que algunos instantes; asi se distingue el sulfato de hierro por un sabor estíptico de tinta; el nitrato de sosa por un sabor fresco picante y amargo, el sulfato de níquel por un sabor al principio dulce, despues astringente etc. Al describir las especies hablaremos de estos diferentes sabores con sus variedades.

IV. *Facultad de absorber la humedad.*

Adherencia á la lengua. Despues de la accion de

los cuerpos sobre el paladar, se puede hablar de la adherencia á la lengua, carácter bastante insignificante que se emplea sin embargo algunas veces para sustancias siempre térreas que le presentan en alto grado. Este carácter, se debe á la facilidad con que estas sustancias absorben la humedad natural de aquel órgano, al cual se pegan con fuerza. Algunas veces hay tal adherencia que se separa una porcion de la materia cuando se le quiere desprender violentamente.

Delicuescencia. La facultad de absorber la humedad que se manifiesta por la adherencia á la lengua, es una accion puramente física que se refiere á los fenómenos de los tubos capilares; pero hay tambien una absorcion que se verifica en virtud de una accion química: en este caso la humedad de la atmósfera atraida por el cuerpo se combina con él y le disuelve poco á poco; se dice de estos cuerpos que son delicuescentes y se concibe que esta propiedad no puede existir sino en los cuerpos solubles que por este medio se pueden distinguir de las otras sales que permanecen secas á pesar de la humedad de la atmósfera. La sal marina es delicuescente, pero los nitratos é hidrocloratos de cal y de magnesia lo son aun mucho mas, y de tal manera que no se puede conservarlos en estado de cristales aun en el tiempo mas seco. Hay cuerpos que atraen solamente la humedad, se ponen húmedos; pero no se liquidan como los anteriores; en muchos casos hay una accion química; pero en otros hay una sola accion física que parece debida á la capacidad de calórico.

V. *Eflorescencia.*

Si hay cuerpos que atraen fácilmente la humedad, hay otros por el contrario que pierden fácilmente el agua de combinacion que encierran y entonces caen en polvo, efecto que se designa por medio de la palabra eflorescente. El carbonato, sulfato y fosfato de sosa, no pueden hallarse expuestos al aire sin sufrir esta descomposicion, sin embargo no se puede admitir que este efecto sea enteramente debido á la pérdida del agua de combinacion; por una parte las sales que acabamos de citar, no pierden toda su agua, sino solamente una parte, de manera que la cantidad que queda se halla en porporcion determinada; por otra hay sustancias minerales que se hacen polvo sin perder nada de agua, como por ejemplo, la sustancia llamada laumonita, que en el estado de polvo procedente de la eflorescencia contiene tanta agua como en el estado cristalino: el efecto podria depender entonces de que las sustancias han cristalizado en formas forzadas que se les agregan despues por circunstancias atmosféricas aun desconocidas (quizá simplemente por la diferencia de temperatura del interior de la tierra á la superficie): como el aragonito se desagrega antes de perder ninguno de sus principios á la temperatura del rojo oscuro, como la lágrima batabica se deshace cuando se rompe su punta etc., esto sucede tambien á diferentes sales que se obliga á cristalizar en formas que no son las que toman ordinariamente en el agua pura y á la temperatura ordinaria.

PARTE SEGUNDA.

Estudio de las propiedades químicas de las sustancias minerales.

CAPITULO PRIMERO.

DE LA COMPOSICION DE LOS MINERALES Y MEDIOS DE REPRESENTARLA.

Número de los elementos. El exámen químico de los minerales ha dado á conocer sucesivamente sesenta y tres sustancias particulares que no se han podido descomponer por ninguno de los medios conocidos hasta ahora y en consecuencia se consideran como cuerpos simples, como elementos del reino inorgánico.

Composicion de los cuerpos. Algunos de los cuerpos ó elementos que acabamos de citar se hallan en estado libre en la naturaleza; tales son; el antimonio, el arsénico, el bismuto, el carbono, el cobre, el hierro, el mercurio, el oro, el paladio, la plata, el platino, el azufre y el teluro.

Todas las demás materias naturales son cuerpos completos formados por la combinacion de los cuerpos elementales de dos en dos, de tres en tres, etc., lo cual se llaman combinaciones binarias, ternarias, cuaternarias, etc.

A primera vista aparece que el número de estas combinaciones debe ser casi infinito; pero la naturaleza ha puesto límites que le reducen considerablemente y aun no parece que haya realizado todas las combinaciones cuya existencia hace sospechar, y que se han efectuado en los laboratorios. En los compuestos binarios naturales, uno de los elementos es siempre alguno de los doce cuerpos siguientes: oxígeno, azufre, arsénico, cloro, carbono, fluor, antimonio, selenio, teluro, mercurio, oro y osmio. Solo el otro elemento puede variar en una serie mas extensa y casi en todas las de los cuerpos simples. Las combinaciones en que el oxígeno es uno de los elementos y que se llaman óxidos y ácidos, son las mas abundantes y variadas de todas; se presentan á cada paso en la superficie de la tierra, y principalmente los óxidos de silicio, de aluminio, de hierro, etc. Despues vienen las combinaciones del azufre, que se llaman *sulfuros* que son tambien bastante variadas, siendo las mas comunes, los sulfuros de hierro, de cobre, de plomo, etc. Todas las demás combinaciones que se llaman *fluoruros*, *cloruros*, *carburos*, *arseniuros*, *antimoniuros*, *estibiuros*, *seleniuros*, *telururos*, *hidrargiuros* (combinacion del mercurio), *aururos* y *osmiuros*, son infinitamente menos variadas y menos comunes como veremos mas adelante.

Los compuestos ternarios naturales resultan en general de la combinacion de dos de los compuestos binarios de que acabamos de citar los géneros y que tengan un principio comun, lo mas general es de dos cuerpos oxigenados ó bien de dos sulfuros, de dos arseniuros, ó de un sulfuro y un arseniuro del mismo metal; muy rara vez resultan de la reunion de otros dos compuestos binarios existentes. Se ve por consiguiente que estos compuestos son muchos menos que lo que indicarian las combinaciones de tres en tres de todos los cuerpos simples. Pero hay mas, que si se examinan mas particularmente los que estan formados de cuerpos oxigenados, que son los mas variados y mas comunes, conoceremos que son asimismo menos numerosos que lo que permite el número de los compuestos binarios de esta especie combinados de dos en dos, de aquí se sigue que las

combinaciones no tienen lugar indiferentemente entre todos estos cuerpos. En todos los compuestos ternarios que conocemos, comprendiendo aquellos cuya existencia solo se sospecha, uno de los elementos binarios es siempre alguno de los compuestos oxigenados siguientes: *ácidos antimónico, antimonioso, arsénico, arsenioso, bórico, brómico, carbónico, clórico, perclórico, crómico, yódico, molíbdico, nítrico ó azóico nitroso ó azooso, fosfórico, fosforoso, selénico, sulfúrico, sulfuroso, tantálico,* y *tunstico.* Oxidos *alumínico, crómico, férrico, hídrico, (agua) mangánico, silícico, stánico* y *titánico.*

De suerte que un centenar de cuerpos oxigenados diferentes que nosotros conocemos hasta el dia, tanto en la naturaleza, cuanto en los laboratorios, y que combinados de dos en dos, podrian formar cerca de cinco mil compuestos ternarios, no forman mas que unos treinta géneros, que pueden solamente multiplicarse por el número de los otros óxidos, entre los cuales el segundo elemento binario, puede variar para cada uno de ellos.

Estas combinaciones ternarias oxigenadas, dos son designadas por los nombres sacados de los principios binarios que acabamos de dar en la tabla que antecede, modificados por la terminacion en *ato* ó en *ito*, segun que aquellos principios pueden terminarse en *ico* ó en *oso*; asi se dice, *arseniatos, arsenitos, carbonatos, ferratos, manganatos, silicatos, tantalatos*, etc., para designar las combinaciones de los *ácidos, arsénico* y *arsenioso*, del ácido carbónico, de los óxidos férrico, mangánico, silícico, etc. Se llaman *hidratos* los cuerpos donde el agua es uno de los componentes.

Los compuestos cuaternarios son aun proporcionalmente mas reducidos. Todos los que se hallan en la naturaleza ó que se forman en los laboratorios, resultan ya de la combinacion de tres compuestos binarios del mismo género, de lo cual no hay mas que tres ó cuatro ejemplos y aun no bien demostrados; ya de un compuesto ternario con un compuesto binario que siempre son los dos oxigenados y el segundo de ellos agua; ya, en fin, de dos de los compuestos ternarios oxigenados que hemos citado, pero principalmente de aquellos en que el óxido silicio, el ácido sulfúrico, y el ácido carbónico, forman uno de los elementos binarios. Estos últimos géneros de compuestos cuaternarios muy numerosos, ya pueden llegar á serlo infinitamente mas; entre ellos sobre todo se descubren diariamente nuevas especies que llegaran ciertamente á algunos millares.

Los compuestos de un órden mas elevado no parecen hallarse nunca formados sino de compuestos ternarios ya sea de tres de estos compuestos, uno de los cuales es casi siempre el agua, de manera que no son en tal caso sino compuestos cuaternarios hidratados, ya de cuatro, lo cual es raro, y entre los cuales existe tambien el agua; no se conocen otros mas complicados por lo menos que se puedan considerar como verdaderas combinaciones.

Resulta de los pormenores que acabamos de dar, que las sustancias minerales se refieren todas ya á algunos cuerpos simples, ya á un corto número de compuestos que pertenecen siempre á uno ú otro de los géneros siguientes:

Antimoniuros.	Bromatos.	Fluoruros.	Fosfitos.
Arseniuros.	Carbonatos.	Seleniuros.	Sileniatos.
Aururos.	Cloratos.	Sulfuros.	Selicatos.
Carburos.	Percloratos.	Teluluros.	Stanatos.
Hidrargiuros.	Cromatos.	Manganatos.	Sulfatos.
Aluminatos.	Cromitos.	Molibdatos.	Sulfitos.
Antimoniatos.	Ferratos.	Nitratos.	Titalatos.
Antimoniatos.	Hioratos.	Nitritos.	Tantalatos.
Arsenitos.	Yodatos.	Fosfatos.	Tungstonatos.
Arseniatos.	Osmiuros.		
Boratos.	Oxidos.		

Division de los cuerpos en electro-positivos y electro-negativos. El conjunto de las observaciones anteriores nos conduce á ver, que los cuerpos brutos simples ó compuestos se dividen en general en dos órdenes muy diferentes uno de otro que representan en cierto modo los sexos en el reino orgánico. En cada uno de los órdenes los cuerpos tienen en general poca accion unos sobre otros y no hay combinacion sino entre cuerpos que pertenecen á series diferentes. Esto es lo que los antiguos mineralogistas habian sospechado en las pocas materias que habian estudiado para la preparacion de los metales usuales, cuando reconocian principios mineralizantes y cuerpos mineralizados. Los principios mineralizantes que primero conocieron eran el azufre y el arsénico; posteriormente han admitido principios mineralizantes ácidos: estos cuerpos entran precisamente en la serie de los que hemos citado como determinantes de diferentes compuestos binarios ó ternarios, etc. Los mismos hechos mas desarrollados son los que conocemos hoy, y podriamos tambien presentar los dos órdenes de cuerpos que conocemos como compuestos uno de principios mineralizantes y otro de principios mineralizables. Pero en el estado actual de la ciencia se observa alguna cosa mas y se formulan expresiones que revelan un fenómeno fundamental, resultado de los descubrimientos modernos y unidos íntimamente á las causas de la accion química neutra de los cuerpos.

Cuando se somete de una manera conveniente un cuerpo á la accion de la pila voltáica, sucede en general que este cuerpo se descompone, uno de los componentes se dirige al polo positivo y el otro al negativo. Si este cuerpo es un óxido, el elemento que se dirige al polo positivo es el oxígeno, si está compuesto de dos óxidos, ó para hacer comprender mejor el hecho, si está compuesto de un ácido y un óxido, el ácido es el que se dirige al polo positivo. Fácilmente se puede experimentar este resultado; basta, por ejemplo, poner una disolucion de nitrato de potasa en un tubo pequeño, agua pura en otro, establecer una comunicacion entre estos dos tubos por medio de una mecha de amianto empapada en agua y despues introducir el alambre positivo de una pila en actividad en el primer tubo y el negativo en el segundo. Al cabo de poco tiempo se observa que el tubo que contenia la sal no presenta mas que un licor ácido y el que contenia el agua pura presenta un licor alcalino; es decir, que uno contiene ácido nítrico, y otro potasa.

De aquí se deduce que en la descomposicion de un cuerpo por la pila, el componente que se dirige al polo positivo es en dicho cuerpo el electro-negativo, y el que se dirige al polo negativo el electro-positivo, y como el hecho se ha presentado en todos los experimentos de descomposicion que se han podido hacer hasta ahora, se admite que en todos los compuestos, uno de los componentes es electro-negativo y el otro electro positivo. Pero la consecuencia necesaria de esta opinion es, que la misma accion química en vista de la cual se combinan dos cuerpos, es el resultado de esta oposicion eléctrica de los componentes; se supone que hay combinacion entre dos cuerpos siempre que uno de ellos es electro-negativo con relacion al otro que entonces es electro-positivo. Se ve tambien segun esto como sucede que todos los cuerpos no se combinan indiferentemente entre sí, como hay combinaciones mas

débiles unas que otras, etc. En efecto, no puede haber combinacion entre dos cuerpos del mismo género de electricidad y la combinacion será débil entre dos cuerpos que uno respecto al otro no tengan mas que una ligera diferencia eléctrica. Tambien se comprende que tal ó cual cuerpo que es electro-negativo respecto á unos sea electro-positivo respecto á otros, y en efecto, hay de esto muchos ejemplos, por consiguiente la propiedad no es absoluta.

Los cuerpos mas comunmente electro-negativos son en general los que ya hemos hecho notar tanto entre los cuerpos simples como entre los cuerpos compuestos y que se hallan siempre uno ú otro entre los componentes de un mineral, es decir, los doce cuerpos simples, los ácidos y los óxidos de que hemos formado una tabla; los demás cuerpos simples y los demás óxidos son comunmente electro-positivos, lo cual no impide que algunos de ellos puedan ser electro-negativos, respecto á algunos otros, como el óxido plúmbico respecto al óxido cálcico, lo mismo que ciertos cuerpos de la primera serie son algunas veces electro-positivos, respecto á algunos otros como el óxido alumínico, el óxido férrico, etc., respecto á los ácidos sulfúrico, nítrico, etc.

Vemos, segun esto, que la division nació sin bases, que se ha establecido hace mucho tiempo en los cuerpos oxigenados, corresponde á la divison en electro-negativos, que son todos los ácidos y electro-positivos, que son las bases; pero esta última division se extiende á todos los demás cuerpos y ademas hace comprender mas fácilmente que un mismo cuerpo puede obrar, ya de una manera, ya de otra, segun el estado eléctrico relativo del cuerpo en cuya presencia se encuentre.

Leyes de combinacion. Sistema atómico. Procuremos ahora penetrar mas en el secreto de la combinacion de los cuerpos. Acabamos de ver que los cuerpos simples ó compuestos pueden combinarse de dos en dos, de tres en tres, etc., y producir asi un gran número de materias muy distintas unas de otras; pero hay una circunstancia que puede ó no aumentar este número, porque las mismas sustancias pueden combinarse en muchas proporciones y formar asi compuestos que presenten caracteres diferentes; afortunadamente estas proporciones no se forman al azar sino que obedecen á ciertas leyes que señalan límites á las combinaciones que vamos á estudiar.

Las combinaciones se forman en proporciones definidas. Examinando los diferentes compuestos que unos mismos cuerpos pueden formar, se observa bien pronto que no se combinan entre sí, sino en un corto número de proporciones fijas y que no hay ninguna intermediaria; vamos á dar algunos ejemplos.

En los laboratorios se forman varias combinaciones de azufre y de oxígeno que tienen caracteres muy diferentes y que presentan en el análisis las cantidades relativas siguientes:

100 de oxígeno y	201,20 de azufre	(*ácido hiposulfuroso*)
100	100,56	(*ácido sulfuroso*)
100	67,06	(*ácido sulfúrico*)

Tres combinaciones de oxígeno y de cobre ofrecen las cantidades relativas siguientes:

100 de oxígeno y	791,39 de cobre.
100	395,69
100	197,84

En dos combinaciones de azufre con el cobre se encuentra

100 de azufre y	393,39 de cobre.
100	196,69

Los compuestos binarios ofrecen relaciones análogas, asi en dos combinaciones de ácido sulfúrico y óxido potásico se encuentran las cantidades relativas siguientes:

100 de ácido sulfúrico y	117,52 de óxido potásico.
100	58,76

Estos pocos ejemplos bastan para demostrarnos cuál es la ley que siguen estos diversos compuestos; en efecto, comparando los números que se encuentran en las segundas columnas, se ve que en el primer ejemplo las cantidades de azufre son entre sí como los números 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$; del mismo modo en 2 óxidos de cobre, las cantidades de este método son tambien sucesivamente 1, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$; en fin si se examinan las combinaciones de azufre y de cobre, de ácido sulfúrico y óxido potásico, se reconocen ante las mismas leyes. En general siempre que dos cuerpos son susceptibles de varias combinaciones, siguiendo fija la cantidad de uno de los componentes, las cantidades del otro son sucesivamente 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc., ó bien 1, 2, 3, 4, etc., porque si se toman los números que hemos dado en sentido inverso, se tendran las cantidades relativas siguientes:

201,20 de azufre	á 100,200,300	de oxígeno
791,39 de cobre	á 100,200,300	
397,79 de cobre	á 100,200,	de azufre
117,52 de óxido potásico	á 100,200	de ácido sulfúrico.

No hay excepciones á estas leyes ó si se encuentran algunas no son mas que aparentes. En efecto se conoce una combinacion de oxígeno y de azufre, el ácido hiposulfúrico, en la cual 100 de oxígeno estan unidos á 80 de azufre, número que es los $\frac{2}{5}$ de 201,20; pero todo hace creer que esta combinacion está formada de ácido sulfúrico y sulfuroso igualmente en proporciones definidas como veremos mas adelante. Se conocen tambien tres óxidos de hierro, en los cuales se encuentran las cantidades relativas siguientes:

100 de oxígeno y	339,18 de hierro.
100	254,38
100	226,12

en las cuales no se ven inmediatamente relaciones. Sin embargo, si se compara el primero y último número; se ve que estan en la relacion de 1 á $\frac{2}{3}$, lo cual puede hacer sospechar que existe otra combinacion, en la cual 100 de oxígeno estarian combinados con 678,36 de hierro, y entonces los tres números 678,36; 339,18 y 226,12 se hallarian entre sí en la relacion de 1. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$. En cuanto al número intermedio 254,38 todo hace creer que el óxido que le presenta, es una combinacion definida del primero con el tercero, como veremos tambien mas adelante.

Todas las excepciones muy poco numerosas que se han encontrado hasta aquí entran en una ó en otra de las que hemos citado, por consiguiente se puede deducir que las proporciones son fijas y siguen leyes invariables y muy sencillas de un compuesto á otro.

De otras leyes para los compuestos ternarios. Si en las combinaciones en particular binarias se encuentran con bastante frecuencia relaciones complicadas entre el número de las partículas electro-positivas y el de las partículas electro-negativas, se reconoce estudiándolas bajo otro punto de vista que estas combinaciones se hallan en general sometidas á otra ley muy sencilla; esta ley está sacada de la relacion que existe entre la cantidad de elemento electro-negativo comun en uno de los componentes binarios y la que se encuentra en el otro. Para hallar esta ley vamos á poner algunos ejemplos; vemos que

117,52 de óxido patásico se combinan con 100 ó 200 de ácido sulfúrico
994,21 de óxido barítico se combinan con 100, 200, 400, 600 de óxido silícico
210,07 de sulfuro argéntico se combinan con 100 de sulfuro de antimonio.

Busquemos las cantidades de oxígeno del ácido sulfúrico y del óxido potásico, del óxido silícico y del óxido barítico; busquemos asimismo las cantidades de azufre que se hallan en el sulfuro de antimonio y en el de plata y encontraremos que

117,52 de óxido potásico contienen	19,92	de oxígeno
100 de ácido sulfúrico contienen	59,86	
200 de id.	119,72	
994,21 de óxido barítico contienen	103,89	
100 de óxido silícico contienen	51,95	
200 de id.	103,89	
400	207,79	
600	311,69	
110,07 de sulfuro de plata contienen	27,20	de azufre
100 de sulfuro de antimonio	27,23	

Ahora si se comparan estos números se ve que las cantidades de oxígeno, del ácido sulfúrico, son tres ó seis veces la del óxido potásico; que el oxígeno del óxido sílico es igual al oxígeno del óxido barítico, ó que es la mitad, el doble ó el triple; que la cantidad de azufre del sulfuro de plata, es igual á la del sulfuro de antimonio, etc. Las mismas relaciones se presentan en una multitud de combinaciones, de manera que en general se puede decir, que la cantidad del elemento comun en uno de los componentes binarios, es siempre un múltiplo de la que se encuentra en el otro por uno de los números 2, 3, 4; es decir, que en la composicion de dos cuerpos oxigenados, la cantidad de oxígeno del uno es siempre un múltiplo de la cantidad de oxígeno del otro, por uno de los números 2, 3, 4, etc.; que en la combinacion de dos sulfuros, la cantidad de azufre del uno es un múltiplo de la cantidad de azufre del otro por los mismos números; en fin, que en la combinacion de dos cuerpos que tienen el mismo elemento electro-positivo, como de un sulfuro y un arseniuro del mismo metal, de un silicato y de un borato ó de un titanato del mismo óxido, entre una sal y un hidrato de la misma base, etc., la cantidad del elemento electro-positivo del uno es un múltiplo del elemento electro-positivo del otro, por estos mismos números.

Esta regla sufre, sin embargo, algunas excepciones, las cuales no obstante se limitan á ciertos ácidos que tienen de comun el que su radical produce dos ácidos cuyas cantidades de oxígeno se hallan en la relacion de tres á cinco; tales son los ácidos del fósforo, del arsénico y del ázoe, cuyas combinaciones con los óxidos parecen hallarse sometidas á otras leyes. En las combinaciones de los ácidos terminados en *ia*, que contienen cinco partículas de oxígeno, la cantidad de oxígeno del óxido es $^1/_5$ $^2/_5$ $^3/_5$ $^4/_5$ del oxígeno del ácido; mas rara vez $^1/_{10}$ $^3/_{10}$ $^5/_{10}$ ó $^1/_2$ y mas rara vez aun uno ó varios quinceavos. En las combinaciones de los ácidos acabados en *oso*, que contienen tres partículas de oxígeno, el oxígeno del óxido es $^1/_3$ ó $^2/_3$ del oxígeno del ácido.

Resúmen de las leyes de combinacion. Tales son las leyes que se reconocen en la combinacion de los cuerpos entre sí y que pueden reasumirse en pocas palabras.

1.ª Los cuerpos simples ó compuestos se combinan siempre entre sí en proporciones definidas.

2.ª Los cuerpos simples ó elementos se combinan entre sí en la relacion de una partícula del uno con 1, 2, 3, 4, etc., del otro.

3.ª Los compuestos binarios se combinan comunmente entre sí, siguiendo las mismas leyes; sin embargo, sucede algunas veces que las combinaciones siguen leyes mas complicadas como dos partículas con tres, tres partículas con cuatro, etc. Pero en todos los casos la combinacion está sujeta á la ley siguiente.

4.ª En todas las combinaciones formadas por la reunion de dos ó mas compuestos binarios que tienen un principio comun, la cantidad de este principio en uno de los compuestos, es siempre un múltiplo de la cantidad del mismo principio en el otro por los números simples 1, 2, 3, etc.

Los ácidos fosfórico, arsénico, nítrico, son una excepcion á esta regla; pero en su combinacion con un óxido, la cantidad de oxígeno de este es siempre una ó varias quintas partes, una ó varias décimas partes una ó varias décimas quintas partes del oxígeno del ácido.

En las combinaciones de los ácidos, fosforoso, arsenioso, nitroso, el oxígeno de la base es siempre un tercio ó dos tercios del de ácido.

Observaciones. En todo lo que antecede, nos hemos servido de la palabra *partículas*, para designar las partes infinitamente pequeñas de los cuerpos, entre los cuales se supone que se verifican las combinaciones; esta palabra nos ha parecido en cierto modo mas elemental; pero debemos observar que hoy dia es de uso general designar estas partículas con la palabra *átomo* y es por consiguiente la que usaremos en adelante.

Hemos hablado del *peso de los átomos*, pero debemos reunir aquí todo lo que se halla esparcido acerca de este asunto en los pormenores que hemos dado. Se representa por ciento, el peso de la partícula ó átomo de oxígeno; los pesos de los átomos de los otros cuerpos son los números que corresponden á este en el grado mas simple de oxidacion de este cuerpo, de donde se sigue, que para determinar el peso del átomo de un cuerpo simple cualquiera, basta conocer sus diferentes grados de oxidacion. Pero se puede tambien partir de los grados de sulfuracion cuando se ha determinado préviamente el peso del átomo de azufre ó de las combinaciones con un cuerpo cualquiera simple ó compuesto, cuyo peso atómico se conoce. Estas diferentes maneras pueden servirse mutuamente de prueba y dar los términos medios que pueden adoptarse con preferencia; asi se obtienen, por ejemplo, para los pesos atómicos del azufre, del cobre, del ácido sulfúrico, etc., números muy poco diferentes de los que hemos adoptado, limitándonos á un solo hecho y que conviene mas con todas las proporciones. El peso de un átomo compuesto es la suma del peso atómico de los componentes, de lo cual hemos dado ya varios ejemplos.

Bercelius en el importante é inmenso trabajo que ha hecho sobre las proporciones químicas, cuyo espíritu hemos procurado presentar en todo lo que antecede, ha calculado el peso de los átomos de todos los cuerpos simples y de un gran número de cuerpos compuestos; nosotros adoptaremos estos números remitiéndonos á las obras para los detalles.

Utilidad del cálculo atómico. Antes de que Bercelius hubiese regularizado el sistema atómico, no se ha indicado jamás la composicion de los cuerpos sino por pesos, tales como se encontraban por la análisis química y que expresaban que en una parte ó cien partes de un cuerpo existia tal ó cual cantidad de una materia ó de otra. De esto resulta que nunca se pudo formar una idea clara de tal ó cual sustancia, sobre todo de aquellas en que se encuentran los mismos elementos de diversas proporciones. De aquí procede la especie de oposicion que los mineralogistas han manifestado por mucho tiempo hácia las aplicaciones de la química al reino mineral, que en efecto no podian ilustrar en aquella época; pero por medio del cálculo atómico se puede al presente formar ideas claras acer-

ca de la naturaleza de un cuerpo, y ver perfectamente las diferencias que presentan los diversos compuestos: daremos algunos ejemplos de esto.

Se conocen desde hace mucho tiempo dos sustancias, el rejalgar y el oropimente que ambas son combinaciones de arsénico y azufre; los análisis de Laugier han demostrado que la primera contiene en peso

Arsénico	0,6957
Azufre	0,3043
	1,0000

y la segunda

Arsénico	0,6186
Azufre	0,3814
	1,0000

Ahora bien, examinando estos análisis se ve que existe una diferencia entre los dos compuestos; pero es difícil de retener y se ha tenido de ella una idea tan confusa, que los mineralogistas que no la fundaban en la diferencia de color, han estado á punto de reunir los dos compuestos en una misma especie, como lo ha hecho Haüy, señalando estas diferencias como poco importantes. Nada de esto sucede cuando se llegan á calcular estos análisis en el sistema atómico; la diferencia de los dos compuestos se presenta claramente al ánimo, se la recuerda fácilmente y no se los puede confundir: en efecto, se encuentra en tal caso que el rejalgar se compone de un átomo de arsénico y dos de azufre, mientras que el oropimente está formado de un átomo de arsénico y tres de azufre; es decir, en el lenguaje químico actual, que el primero es un bisulfuro de arsénico y, el segundo un trisulfuro.

Existen tambien en la naturaleza dos óxidos de cobre, uno de los cuales contiene

Cobre	0,88
Oxígeno	0,12
	1,00

y el otro

Cobre	0,80
Oxígeno	0,20
	1,00

Apenas puede formarse una idea por estos números de la diferencia química de estos dos óxidos, uno de los cuales es rojo-vidrioso y el otro negro y térreo. Pero si se calculan los análisis en el sistema atómico, se encuentra que el uno contiene un átomo de cobre y uno de oxígeno y el otro un átomo de cobre y dos de oxígeno, y en este caso la diferencia es ya clara y precisa.

Estos dos ejemplos bastan para demostrar que es indispensable presentar la composicion de los cuerpos en átomos; esto lo demostraremos bien pronto; pero antes es necesario decir algunas palabras acerca de la nomenclatura y de los signos atómicos.

Explicaciones de la nomenclatura. Los diferentes compuestos binarios resultan como hemos visto de la combinacion de un átomo, de un elemento con 1, 2, 3, 4, ó mas átomos de otro elemento, y teniendo estas combinaciones caracteres muy diferentes es importante distinguirlas en el lenguaje. Para esto se ha imaginado añadir al nombre genérico tomado del elemento electro-negativo, y tal como se ha adoptado desde la renovacion de la química por Lavisier, epítetos que pueden indicar las proporciones. Se usan epítetos, *mono*, *bi* ó *di*, *tri*, etc., para indicar la combinacion de un átomo de tal ó cual cuerpo electro-positivo con uno, dos, tres, ó mas del electro-negativo. Así se dice, *mono-sulfuro* ó *bi-sulfuro*, *tri-sulfuro*, etc.; para indicar la combinacion de uno, dos, tres, ó mas átomos de azufre, con un átomo de tal ó cual otro cuerpo; del mismo modo se dice, *mono-arsénico*, *bi-arsénico*, etc. En el mismo sentido se puede decir, *mono-óxido*, *bi-óxido*, *tri-óxido*, etc., palabras que usaremos mucho en adelante, y que no deben confundirse con los de *proto óxido*, *deuto-óxido*, y *trito-óxido*, muy usadas en química; pero que comunmente no tienen relacion alguna con el sistema atómico.

Seria de desear que se pudieran expresar de la misma manera las relaciones atómicas en los compuestos ternarios; pero la complicacion que suele verificarse en estas relaciones como hemos hecho ver, es un obstáculo que no puede vencerse. Ha sido necesario recurrir á las relaciones que existen entre las cantidades del principio comun á los átomos binarios que se reunen y se forman entonces una nomenclatura análoga á la anterior, aunque las palabras no tengan la misma significacion; así se dice en el caso de las combinaciones oxigenadas, *mono-sal*, *bi-sal*, *tri-sal*, etc., para designar no la combinacion de un átomo, de un óxido con uno, dos, tres ó mas átomos de óxido, sino para designar, que el oxígeno del ácido es una, dos ó tres veces el de la base; esto es lo que se debe comprender por palabras tales como *mono-silicato*, *bi silicato*, *tri-silicato*, etc.; sin embargo, es de notar, que en el caso en que la base y el ácido tengan el mismo grado de oxidacion, la nomenclatura expresa igualmente las relaciones atómicas.

Tambien haremos observar, que varios óxidos han recibido desde hace mucho tiempo nombres unívocos que se usan habitualmente tales como *alúmina*, *barita*, *cal*, *glucina*, *magnesia*, *litina*, *potasa*, *silice*, *sosa*, *estronciana*, *itria*, *circona*, en lugar de *óxido alumínico, barítico*, *cálcico*, etc. Haremos uso con frecuencia de estas denominaciones simples.

Signos que representan las combinaciones. Mientras que no hay mas que un corto número de elementos combinados entre sí y que estan reunidos en proporciones simples, se puede siempre expresar la naturaleza del compuesto por medio de una frase corta, fácil de entender y de recordar; pero á medida que los compuestos se hacen mas complicados, hay mayores dificultades, y por otra parte, en todos los casos, es siempre largo, y algunas veces difícil comparar estas frases para ver en qué se diferencian los compuestos que describen. Estas razones han hecho imaginar medios particulares que presentan la composicion de los cuerpos por medio de una especie de fórmulas muy cortas y que de una ojeada se pueden comparar muchas. Basta para esto designar los diferentes cuerpos simples por medio de una ó dos letras que se pueden tomar de sus iniciales como lo indica la tabla siguiente en que hemos adoptado la nomenclatura latina de Bercelius para conformarnos con los signos de uso general.

Al —Aluminium.
Ag —Argentum.
Ar —Arsenicum.
Au —Aurum.
Ba —Barium.
Bi —Bismuthium.
Bo —Borum.
Br —Bromium.
Ca —Calcium.
Ca —Cadmium.
C —Carbonium (*Carbono*).
Ce —Cerium.
Ch —Chloron.
Chr—Chromium.
Co —Cobaltum.
Cu —Cuprum.
Fe —Ferrum.
Fl —Fluoricum (*Phtoro*).
G —Glucinium (*Berillium*).
Hg —Hydrargyrum.
H —Hydrogenium.
I —Iodicum.
Ir —Iridium.
K —Kalium ó *Potassium*.
L —Lithium.
Mg —Magnesium.
Mn —Manganium *Manganesa*.
Mo —Molybdœnum.
Na —Natrium ó Sodium.
Ni —Niccolum ó Nickel.
N —Nitricum ó Azoe.

Os —Osmium.	Sr —Strontium.
O —Oxigenium.	S —Sulphur.
Pa —Palladium.	Ta —Tantalum.
P —Phosphorus.	Te —Tellurium.
Pt —Platinium.	Ti —Titanium.
Pb —Plumbum.	U —Uranium.
R —Rhodium.	W —Wolframium seu *Tungs tenium.*
Se —Selenium.	Y —Yttrium.
Si —Silicium.	Zn —Zincum.
Sn —Stannum.	Zr —Zirconium.
Sb —Stibium.	
— —seu *Antimonium.*	

Dos de estos signos opuestos uno al lado de otro, indican un compuesto binario formado de dos cuerpos correspondientes; asi FeS, indica un sulfuro de hierro; Cu Se, es un seleniuro de cobre; Fe C, un carburo de hierro; Co As, un arseniuro de cobalto. Del mismo Fo, es un óxido de hierro, Ko, un óxido de potasio; So, un óxido de Silicio, etc. Para designar el número de átomos de los componentes, se coloca una cifra en forma de exponente al lado de la letra; mientras no hay exponente, el cuerpo no entra mas que por un átomo: así FeS es un simple sulfuro de hierro; FeS^2 es un trisulfuro, FeS^4 un cuadrisulfuro, etc.: Del mismo modo FeO designa un óxido de hierro; FeO^2 un bióxido, FeO^3 un trióxido, etc.; pero como el oxígeno entra en un gran número de compuestos, Bercelius lo expresa de una manera mas corta por medio de uno ó mas puntos colocados sobre el signo de la base segun que hay uno ó varios átomos de oxígeno.

Signos mineralógicos. Los signos que acabamos de dar á conocer, indican rigorosamente y en detalle la composicion de los cuerpos; pero se les puede encontrar algunos inconvenientes, porque en los compuestos oxigenados son bastante difíciles de leer de corrido, lo cual sucede cuando los dos cuerpos reunidos no son del mismo órden de oxidacion.

Para remediar este inconveniente, Bercelius ha imaginado otros signos que llama *signos mineralógicos* para distinguirlos de los primeros que llama *signos químicos*; al efecto, suprime los signos de oxidacion, y emplea caracteres cursivos á fin de que se distingan al momento esta clase de signos de los signos químicos; cuando hay dos óxidos de un cuerpo, designa el mas elevado por medio de una letra mayúscula y el mas bajo por una minúscula; asi escribe *F* para el óxido de hierro, de tres átomos de oxígeno, y *f* para el óxido de dos átomos. Segun esto, escribe las combinaciones cuyos signos químicos acabamos de dar de la manera siguiente :

$PbMo^3$, $CaSi$, MSi^2, $CaSi^4$, $CuSe$, que indica al momento el órden del compuesto.

Se ve que estos nuevos signos ofrecen muchos menos detalles que los primeros, puesto que indican solamente, que el oxígeno del ácido es igual al oxígeno de la base, ó bien que es el doble ó triple sin decir cuál es el número atómico de oxígeno de los componentes; pero por esto mismo tienen mas fijeza que los signos químicos, porque expresando solamente un hecho, no cambiarian en manera alguna si observaciones nuevas condujeran á cambiar el número atómico del oxígeno en el ácido ó en la base.

Observaciones sobre las mezclas. Las leyes de composicion que hemos establecido, se manifiestan de una manera clara y precisa en los compuestos que sabemos formar artificialmente; las proporciones de los componentes son en ellos sensiblemente constantes, y las pequeñas diferencias que se observan en los análisis no salen del límite de los errores posibles de operacion. Es natural creer, que debe suceder lo mismo en las sustancias minerales, y sucede con frecuencia que los análisis de estos cuerpos presentan proporciones que se separan mas ó menos de las proporciones definidas, de modo, que aun en las combinaciones mas simples, hay superabundancia de un principio ó de otro. Algunas veces se encuentran por el análisis tantas sustancias diferentes y en proporciones tan singulares, que no se sabe qué pensar de la composicion del mineral que es su objeto si no se ha reflexionado suficientemente en todo lo que puede pasar en los grandes laboratorios de la naturaleza.

Antes de pasar mas adelante, hagamos notar, que solo tomando todas las precauciones imaginables podremos obtener compuestos puros en nuestros laboratorios, que en nuestras fábricas donde se opera en grande solo por medio de repetidas cristalizaciones se consigue llevar las sales al estado de pureza que reclaman los artes; estado en que todavía no suele existir la pureza química. Si en lugar de tomar estas precauciones operamos por el contrario de modo de hacer cristalizar los diferentes cuerpos en circunstancias análogas á aquellas en que se encontraban los minerales en el momento de su cristalizacion, obtenemos resultados enteramente diferentes. Asi como hemos dicho ya, cuando una disolucion tiene materias extrañas en suspension, las sales que se precipitan contienen casi siempre una cantidad mayor ó menor que se halla diseminada con mas ó menos uniformidad ó colocada entre las capas de crecimiento. Si se hacen disolver varias sales á un tiempo en un mismo líquido y despues de haber concentrado la disolucion hasta cierto punto se abandona á la evaporacion espontánea, se observa, que solo en el caso en que las sales se diferencien mucho por su grado de solubilidad, cristalizan una despues de otra y se hallan cada cual en estado casi puro. Cuando por el contrario su solubilidad es casi la misma, se mezclan todas unas con otras en mayor ó menor cantidad, de manera, que no hay una sola que esté pura. Estas mezclas sobre las cuales se han hecho un gran número de experimentos, se verifican indiferentemente entre toda especie de sales, de manera, que parece que se deben enteramente á la casualidad; la parte accidental se halla entonces siempre en corta cantidad; pero hay tambien mezclas que se hacen bajo ciertas condiciones que es muy importante conocer y que pueden tener lugar en todas proporciones, de manera, que sucede algunas veces no haber en ellas ninguna materia que domine sensiblemente. En general se observa en todos los experimentos, que las sales de la misma fórmula de composicion se mezclan muy fácilmente unas con otras, sobre todo cuando tienen formas cristalinas casi semejantes, ó solamente del mismo género; pero muy parecidas. Asi todas las especies de alumbre, el alumbre con potasa, el alumbre amoniacal, una sal de la misma fórmula en que el trióxido de hierro reemplaza á la alúmina, etc., tienen tal tendencia á mezclarse, que no se les puede impedir por mas precauciones que se tomen y que ni aun puede conseguirse separarlas completamente por cristalizaciones repetidas cuando una vez se han reunido. Tambien se forman mezclas del mismo género entre el nitrato de barita y el nitrato de plomo; entre los nitratos de potasa y sosa, entre los sulfatos de hierro, de cobalto, de niquel etc.; entre los sulfatos de cina, de sosa, de magnesia, etc. No solamente estas mezclas se verifican cuando la solucion no contiene mas que sales de cada uno de los grupos que hemos citado, sino que son las que se forman con preferencia cuando un gran número de sales se hallan disueltas en el mismo líquido, de manera, que puede decirse, que las sales de una misma fórmula se buscan en cierto modo para cristalizar juntas, mezclándose en todas proporciones.

En estos casos de mezcla de diferentes sales de la misma fórmula, se observa que las formas cristalinas apenas son alteradas, de manera, que muchas veces ni aun se observa diferencia cuando se emplea el go-

niómetro ordinario. Esto depende, de que en general, las sales de la misma fórmula, tienen sino formas idénticas, á lo menos formas del mismo género y muy aproximadas por sus ángulos; se comprende en tal caso, que en el momento de la consolidacion, cierto número de moléculas de una sal, puedan sustituir á otra sin que por esto la cristalizacion se vuelva irregular ó cambie de un modo sensible.

Esta identidad de forma para las mismas fórmulas de composicion, no solo se hace notar entre sales del mismo ácido que tienen bases diferentes del mismo grado de oxigenacion, sino tambien entre sales de la misma base ó bases cuyos grados de oxigenacion son semejantes y que tienen ácidos diferentes del mismo órden de composicion. De aquí resulta, que no solo hay sales de bases diferentes que tienen formas análogas mas ó menos aproximadas, sino tambien sales de ácidos diferentes que se encuentran en el mismo caso. Mitscherlich, combinando estos datos y otros muchos tomados en el mismo reino mineral, ha deducido, que las diferentes bases del mismo grado de oxidacion que al combinarse en igual proporcion con el mismo ácido, daban lugar á cuerpos de formas análogas, algunas veces semejantes, debian tambien ser susceptibles de formas análogas ó semejantes, y que lo mismo debia suceder con ácidos diferentes, del mismo grado de oxidacion susceptibles de producir cuerpos de la misma forma combinándose con la misma base. Estas son las conclusiones que ha expresado con el epíteto *isoformo* aplicado á diferentes bases y ácidos en que ha podido observar estas propiedades. Es esencial observar, que la palabra isomorfo no puede ser tomada en un sentido rigoroso, y frecuentemente indica solo una analogía muy grande porque las formas de las sustancias llamadas isomorfas no difieren sino muy poco por sus ángulos.

Todo lo que acabamos de decir acerca de las sales que hacemos cristalizar en los laboratorios, puede aplicarse punto por punto á las sustancias naturales. En efecto, estas sustancias han debido cristalizar en circunstancias enteramente análogas á las que hemos indicado, rara vez se encuentra una sustancia sola en una cavidad donde haya podido cristalizar en estado de pureza completa, de modo, que ofrezca al análisis un corto número de materias en proporciones definidas; por lo general, las sustancias han debido precipitarse muchas á un mismo tiempo de la misma disolucion, puesto que se las encuentra agrupadas juntamente mezcladas de todas maneras y coloreadas unas por otras. Asi se comprende que estas sustancias han debido mezclarse entre sí precisamente como las sales; es decir, que una sustancia determinada puede haber arrastrado á cualquier otra, y que las materias isomorfas ó mas generalmente las materias de la misma fórmula atómica, han podido mezclarse en todas proporciones etc. De aquí procede probablemente la inexactitud de las proporciones y la complicacion que se observa frecuentemente en los análisis. Examinando atentamente las sustancias minerales bajo este punto de vista, se reconoce en efecto que las cosas suceden precisamente de esta manera. Por una parte se observa con frecuencia, tanto á la simple vista como con el microcospio, que hay partículas ya cristalinas, ya irregulares de tal ó tal materia, que se hallan contenidas en la masa de tal ó cual otra y frecuentemente en los cristales mejor formados; es pues claro que estas materias cuando á pesar de las precauciones preparatorias, no se ha podido aislarlas, complican los análisis y alteran las proporciones. Por otra parte, haciendo simultámente los análisis de diferentes sustancias que se hallaban reunidas de dos en dos, de tres en tres etc., en un mismo grupo y que por consiguiente habian debido cristalizar juntas, se ha reconocido de una manera positiva que no habia una sola de estas sustancias que no contuviera cierta cantidad de casi todas aquellas con que estaba asociada, aun cuando no pudiera observarse señal alguna de la mezcla por medio de los instrumentos mas fuertes; por medio del cálculo, se ha conseguido siempre en tales casos aislar las diferentes sustancias mezcladas y restablecer de este modo para la sustancia principal proporciones conformes á las leyes generales que hemos citado. En fin, se reconoce que estas materias de la misma fórmula atómica, son tambien las que se encuentran mezcladas con mas frecuencia y en proporciones mas considerables. En efecto, si en los análisis complicados en que los componentes no presentan ninguna de las relaciones simples que hemos indicado, se reunen de una parte los principios electro-positivos, de otra, los principios electro-negativos, se encuentra entre la suma de los átomos de los unos, y la de los átomos de los otros, precisamente la misma relacion que si el compuesto se hallara reducido á su mayor grado de simplicidad, lo cual no puede verificarse sino en tanto que lás materias mezcladas son de la misma fórmula atómica. Si se trata de un compuesto oxigenado, se observa asimismo que la suma de las cantidades de oxígeno de los óxidos electro-positivos y la de los oxidos electro-negativos estan en la misma relacion que en el compuesto reducido á la mayor simplicidad: es decir, que uno ó varios óxidos se encuentran en reemplazo de otro del mismo órden atómico de oxidacion, y de tal manera, que la cantidad de oxígeno de este óxido ó de estos óxidos es precisamente igual á la que contendria el óxido que se halla en menor proporcion.

Aclaremos estas últimas observaciones por medio de algunos ejemplos;

1.° Hemos visto que el sulfuro de plomo se compone de

Azufre.	0,1345
Plomo..	0,8655
	1,0000

lo cual da la fórmula PbS^2; ahora bien la análisis de una galena de Schemnitz ha dado hecha la reduccion de una corta cantidad de sílice y de peróxido de hierro, que pertenece á la ganga:

Azufre.	0,134
Plomo	0,796
Plata.	0,070
	1,000

Si se buscan las cantidades atómicas de estas materias se encuentran los números siguientes:

Para el azufre.		0,000666 : 2
Para el plomo.. . .	0,000307	0,000332 : 1
Para la plata. . . .	0,000025	

donde se ve que la suma de los números atómicos del plomo y de la plata, es sensiblemente la mitad del número atómico del azufre. Por consiguiente el mineral es un bisulfuro, cuyas bases son la plata y el plomo que se puede escribir asi $(Pb, Ag)\,S^2$ ó ${}^{Pb}_{Ag}S^2$ ó en fin $(Pb\,Ag\,S^2)$, esta es una mezcla de dos sulfuros de la misma fórmula, cuyas cantidades relativas en peso determinaremos en seguida.

2.° Existe en la naturaleza una sustancia, el anfibol tremolita donde se ve que el oxígeno de las bases es al oxígeno de la sílice, como cuatro á nueve, siendo el de la magnesia tres veces mayor que el de la cal. Esta fórmula da en peso:

Silice.	0,6050
Cal.	0,1243
Magnesia	0,2707
	1,0000

Mineralogia.

4



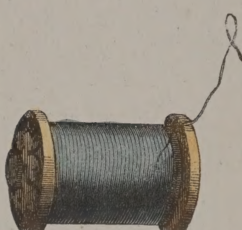
1



3



6



5



2



1. Soplete.—2. Lámpara de espíritu de vino.—3. Pinzas para los ensayos al soplete.—4. Imágen de la llama ó del dardo, formado por la accion del soplete.—5. Mortero de ágata.—6. Hilo de platino para los ensayos al soplete.

pero hay, otras muchas sustancias que sus caracteres físicos hacen considerar como anfiboles y cuyos análisis son mucho mas complicados tales, como la siguiente:

		Que contiene de oxígeno.		
Sílice.	0,531	0,1758	...	9
Alúmina..	0,041	0,0191	...	
Cal.	0,106	0,0297	...1	4
Magnesia.	0,104	0,0402	...3	
Bióxico de hierro.	0,218	0,0496		

donde no se ve desde luego como puede resultar una fórmula análoga á la precedente. Ahora bien, si despues de haber buscado las cantidades de oxígeno, se reunen la de la cal, de la magnesia y del bióxido de hierro, se encuentran 0,1195, número que es al de 0,2758 próximamente como cuatro á nueve; ademas si se reune solamente el oxígeno de la magnesia y del bioxído de hierro, se encuentran 0,898, número que es al de 0,0297 que presenta la cal poco mas ó menos como tres á uno. Se ve pues que la sola diferencia importante que existe entre este análisis y la composicion que hemos presentado, consiste en que hay cierta cantidad de bióxido de hierro que reemplaza á la magnesia.

Por esta especie de sustituciones de un óxido á otro se puede concebir la coloracion de las sustancias por combinaciones químicas y esto es en efecto lo que se observa mas ordinariamente. La tremolita por ejemplo es blanca cuando se halla enteramente pura; pero desde el momento en que un poco de bióxido de hierro viene á reemplazar una porcion de magnesia, el color pasa al verde, tanto mas oscuro, cuanto mayor es la cantidad de este óxido. Cuando el cuerpo contiene como principio esencial cierta cantidad de alúmina, sucede que esta sustancia es reemplazada por trióxido de hierro ó trióxido de manganeso, y el color se vuelve rojo. En la descripcion de las especies, tendremos ocasion de hacer otras observaciones de este género.

CAPITULO II.

DEL ENSAYO QUIMICO DE LAS SUSTANCIAS NINERALES.

La análisis química es el único medio que tenemos de conocer con precision la composicion de un mineral, es decir, determinar las proporciones relativas de las partes que le constituyen; pero sin recurrir á una análisis rigorosa que exige grandes cuidados, instrumentos y aun un local particular, existen medios de reconocer la naturaleza de las materias que entran en la composicion de un cuerpo, operando únicamente sobre partículas de este cuerpo por medios sencillos y fáciles. Las operaciones pueden hacerse ya por la via húmeda, ya por la via seca.

Operacion por la via seca. Para operar por la via seca y procurar el calor necesario, se usa el soplete, instrumento destinado á dirigir una corriente de aire ó de otro gas cualquiera, sobre la llama de un cuerpo en ignicion, con objeto de que este actúe sobre el mineral que se sujeta al ensayo. Varias especies de soplete se han usado por los mineralogistas; el mas sencillo, consiste en un tubo cónico de metal ú otra sustancia, ligeramente encorvado hácia una de sus extremidades. El defecto de que adolece, es el de que si le usamos por algun tiempo, el agua en vapor que se deposita en la superficie interna del mismo, salga por la punta y apague la llama, á mas de fundirse la extremidad en virtud de la alta temperatura. Se modificó este instrumento, haciendo que la punta fuese de un metal infusible á altas temperaturas, y que cerca de este mismo punto hubiese una cavidad de diversa forma destinada á alojar el agua en vapor. No se logró con ello que el agua dejase de salir por la punta del soplete, pues teniendo este una ligera corvadura, era arrastrada en su direccion por la fuerza del aire, cuya velocidad va creciendo á medida que se aproxima á la parte mas estrecha. En la actualidad, los sopletes que se construyen, constan de dos brazos desiguales, unidos en ángulo recto. El mas corto se llama *pico del soplete*, y su extremidad es de *platino*, para evitar que se funda. El mas largo tiene tambien forma algo cónica, con objeto de que el aire adquiera mayor velocidad, y está terminado por una cavidad cilíndrica ó esférica destinada á alojar el agua en vapor, que sale de nuestros pulmones en el acto de la respiracion. En la parte superior y lateral de esta cavidad, hay un agujero, al cual se ajusta exactamente el pico ó brazo corto. Cuando por medio de este instrumento actuamos durante algun tiempo sobre una llama cualquiera, la punta del soplete no puede fundirse por ser de platino, y el agua en vapor de ningun modo saldrá apagando la llama, pues habrá de acumularse en la superficie interna del brazo largo y pasar desde aquí siguiendo la direccion del aire al receptáculo colocado en su terminacion y destinado á contenerla, no pudiendo desde este punto pasar al pico ó brazo corto por unirse ambos en la parte superior de dicha cavidad, á no ser que la cantidad del líquido, exceda el nivel del punto de union. Es necesario advertir, que en los sopletes bien construidos hay dos ó tres picos de diversos diámetros, con objeto de hacer mas fáciles las operaciones.

No siempre nos valemos de esta especie de sopletes, pues tienen la desventaja de requerir por parte del que los usa una gran práctica, y ademas un perfecto desarrollo é integridad de los pulmones. De lo contrario semejante ejercicio podria acarrear grandes daños á los sugetos que operaran. Para evitar este inconveniente, nos valemos de sopletes, en los cuales la corriente de aire se establece por medio de un fuelle movido con nuestro pié.

En algunas ocasiones nos servimos de sopletes en que se determina una corriente de vapor de agua ó de alcohol elevando de temperatura estos líquidos colocados en aparatos dispuestos al efecto, y en las cuales por consiguiente el hombre solo interviene con sus manos, quedando completamente libre el órgano respiratorio.

Pueden dirigirse tambien las corrientes de gas oxígeno en vez de aire presentando las de aquel gas la ventaja de producir efectos muy superiores á las de este. El célebre químico Newmamn, ha propuesto un soplete en que se usan los gases oxígeno ó hidrógeno mezclados en las proporciones convenientes para formar agua. Cuando dicha mezcla gaseosa se inflama, la temperatura producida es sumamente alta y por su medio se han fundido minerales reputados antes por infusibles. Sin embargo grandes peligros corre el operador sino toma las precauciones necesarias. El mayor peligro consiste en que el aparato estalle á consecuencia de inflamarse la mezcla gaseosa contenida en su interior. Diferentes medios se han propuesto para evitar este inconveniente, creyendo unos que el aparato debia estar colocado en una pieza separada de la en que estuviese el operador, y otros que el agujero por donde saliese la mezcla gaseosa, fuera lo mas pequeño posible. Por ninguno de estos medios se consiguió el objeto, y en el dia se ha llegado á darle cima haciendo aplicacion del célebre descubrimiento de Davy, inventor de la lámpara para los mineros. Se colocan para ello varias telas metálicas en el tubo por donde ha de salir la mezcla gaseosa, y aunque la llama se comunique al interior, no puede verificarse la explosion en razon á que las telas referidas le roban una cantidad de calórico tal, que cuando llega á la mezcla gaseosa no es suficiente para inflamarla.

La lámpara del soplete es una pieza indispensable.

Puede ser de las comunes y estar alimentada con aceite y mejor con alcohol. La llama alimentada por la lámpara de aceite produce mayor calor que la de alcohol; sin embargo, es preferible esta en razon á que la primera cubre de humo la superficie que se ensaya y quedan ocultos de este modo la mayor parte de los caracteres. Sometida la llama á la accion del soplete, forma una especie de dardo sumamente prolongado, en cuyo ápice se funden con facilidad gran número de minerales. En la extremidad del fondo y en contacto del aire, el mineral se oxida cada vez mas; por el contrario, en el centro de la llama, el mineral se desoxida y la temperatura no es tan elevada. Por esto se distinguen en la llama del soplete dos fuegos llamados el uno de oxidacion y el otro de reduccion. Cuando necesitamos producir una temperatura alta, se emplea el pico de mayor diámetro introduciéndole hasta la parte media del dardo, y cuando queremos que la temperatura sea mucho menor, usamos el pico del diámetro menor introduciéndolo muy poco.

Varios medios se emplean para sujetar los minerales que se exponen á la accion de la llama del soplete. Unos los colocan en un pedazo de carbon de pino en el que préviamente han hecho un agujero destinado al efecto; otros los ponen en capsulitas de porcelana que introducen en los agujeros del carbon; algunos se valen de pinzas cuyas puntas son de platino; y varios otros usan una cucharita del mismo metal.

No es indiferente la eleccion del pedazo de mineral que ha de ensayarse. Debe ser siempre que se pueda pequeño, de bastantes ángulos y lo mas puro posible. Se procurará empezar las operaciones calentándole poco á poco.

Para recoger los productos de la calcinacion, se calienta el cuerpo en un tubo pequeño cerrado por un extremo cuando no se quiere que se halle en contacto del aire, y abierto por ambos extremos cuando el contacto del aire es necesario para oxidar algunas materias que sin esto no se evaporarian; se pueden usar tubos rectos, pero mejor son un poco encorvados: el tubo cerrado debe ensanchar un poco hácia abajo formando un pequeño matraz ó retorta; en los tubos abiertos se coloca la pieza de ensayo cerca de la extremidad, de manera que el aire pueda tener libre acceso alrededor de ella. Operando asi las materias que se desprenden, se dirigen á la parte fresca del tubo en cuyas paredes se depositan ya en gotas, ya en forma cristalina ó pulverulenta; se puede recogerlas para someterlas á nuevos ensayos si por los fenómenos que han presentado no se ha reconocido ya su naturaleza; si se desprenden gases, se les distingue por su olor ó por algun otro carácter, porque es casi imposible recogerlos operando en tan pequeñas cantidades.

Uso de los reactivos por la via seca. Se usan por la via seca diferentes reactivos que tienen por objeto, ya sea desoxidar los cuerpos en todo ó en parte y conducirlos asi á un estado que pueda ofrecer caracteres decisivos, ya para desprender un principio apoderándose de aquel con que estaba combinado, ya para descomponer sales insolubles obligando á su ácido á combinarse con una base alcalina, ya para formar vidrios que siendo entonces transparentes ú opacos, incoloros ó coloreados de diferentes modos, ofrecen otros tantos medios de reconocer la naturaleza de la sustancia sometida al ensayo, ya en fin para formar, por medio de la fusion nuevos compuestos que puedan ser atacados por los ácidos.

Como reactivos capaces de desoxigenar los cuerpos, se usan en primer lugar el polvo de carbon ó bien una materia grasa que se mezcla con el cuerpo y se calienta el todo, ya sea sobre el carbon, ya sobre la hoja de platino; entonces se forma ácido carbónico, que se esparce en el aire, y la materia es reducida á un grado menor de oxidacion. Tambien se usa el estaño que se introduce en los glóbulos de vidrio que se han formado para desoxidar algunos metales que disfrazan el color de los que se quieren descubrir. Finalmente se emplea el bi-carbonato de sosa para favorecer la desoxidacion, y en este caso se opera sobre el carbon. Se reduce el cuerpo que se quiere ensayar á polvo fino, del cual se mezcla una pequeña cantidad con la sal, y se calienta el todo sobre un carbon bien limpio. Si el metal es abundante, se le ve pronto aparecer en glóbulos; si está en pequeña cantidad, pasa al carbon con la sosa, y para ponerle entonces en evidencia se separa la película de carbon que se halla debajo del punto en que se ha hecho el ensayo; se le lava en agua decantando sucesivamente hasta separar todo el carbon; entonces el metal queda en forma de pajillas brillantes si es dúctil y en forma pulverulenta si es quebradizo.

Para desprender un principio apoderándose de aquel con que estaba combinado, se usa un ácido ó un álcali segun sea uno ú otro de estos dos cuerpos que se quiera aislar. Como ácido, se usa el ácido bórico ó bien el fosfato doble de sosa y amoniaco préviamente fundido, lo cual le reduce á sal ácida por la volatilizacion del amoniaco. Operando en un tubo, se puede reconocer si es volátil el ácido desprendido, ya sea por caracteres inmediatos ya sometiéndole á nuevos ensayos.

Para desprender un álcali se emplea la sosa que descompone el cuerpo apoderándose de su principio ácido, y deja en descubierto la base; despues se reconoce esta base por otros medios.

Para descomponer las sales insolubles, se emplea siempre el carbonato de sosa; basta despues de reducir el cuerpo á polvo, mezclarle con la sal alcalina y calentarle sobre una hoja de platino; entonces se forma una sal soluble ó base de sosa que se obtiene pura disolviéndola en agua y filtrando, y sobre la cual se pueden hacer en seguida diferentes ensayos para reconocer el ácido que contenia el mineral. Sobre el filtro queda su carbonato insoluble que se puede atacar por los ácidos para reconocer su base.

Para formar vidrios, cuyos colores en caliente y en frio, al fuego de oxidacion ó al de reduccion, hacen conocer la naturaleza de los óxidos que habia en el mineral ó que se han formado, se usa el bórax ó el fosfato doble de sosa y amoniaco con los cuales se funde la sustancia reducida á polvo, ya sobre la hoja de platino, ya sobre un carbon para formar un glóbulo. Los colores de los vidrios que se obtienen por el uno y el otro reactivo, son con bastante frecuencia diferentes, y se sirven mutamente de prueba. En las tablas siguientes se hallan reunidos los resultados mas útiles.

FUSION CON EL BORAX.

NOMBRES DE LOS CUERPOS.	COLOR DEL VIDRIO. AL FUEGO DE OXIDACION.	AL FUEGO DE REDUCCION.
Acido molíbdico	incoloro	pardo sucio y opaco cuando hay mucho óxido.
— tungstico	incoloro	amarillo anaranjado en caliente, y amarillo pardo despues del enfriamiento.
Oxido de teluro	incoloro	gris y opaco.
— de titano	incoloro en caliente; blanco y opaco despues del enfriamiento	amarillo, amatista ó azul, segun la cantidad de óxido.
— de bismuto	incoloro	se reduce y da al vidrio un rojo turbio.
— de cromo	verde esmeralda sobre todo en frio	amarillo pardo en caliente, incoloro en frio.
— de cobre	?verde	incoloro en caliente, y rojo de cinabrio en frio.
— de antimonio	amarillo en caliente, y casi incoloro en frio	opaco y agrisado cuando está saturado.
— de urano	amarillo oscuro	verde sucio.
— de plomo	amarillo en caliente, é incoloro en frio	se reduce en parte.
— de cerio	anaranjado ó rojo en caliente, y amarillento en frio	incoloro.
— de niquel	anaranjado ó rojizo en caliente, amarillento ó incoloro en frio	opaco ó agrisado cuando está saturado.
— de hierro	rojo oscuro en caliente, amarillento ó incoloro en frio	verde botella ó verde azulado.
— de manganeso	amatista	incoloro si se ha enfriado prontamente.
— de cobalto	azul	azul.

FUSION CON EL DOBLE FOSFATO.

NOMBRES DE LOS CUERPOS.	COLOR DEL VIDRIO. AL FUEGO DE OXIDACION.	AL FUEGO DE REDUCCION.
Acido molíbdico	verde en caliente que se pierde en frio	verde opaco en caliente, y verde esmeralda en frio.
— tungstico	incoloro	azul puro hermoso.
Oxido de teluro	incoloro	gris y opaco.
— de titano	incoloro	amarillo en caliente, y violeta hermoso en frio.
— de bismuto	pardo amarillento en caliente, é incoloro en frio	incoloro en caliente, y opaco y gris en frio.
— de crómo	verde, tinte fuerte	verde.
— de cobre	verde	rojo de cinabrio en frio.
— de antimonio	incoloro	incoloro.
— de urano	amarillo en caliente, pajizo en frio	verde en caliente, y mas intenso en frio.
— de plomo	incoloro	incoloro y no se reduce.
— de cerio	rojo en caliente, incoloro en frio	incoloro.
— de niquel	anaranjado ó rojizo en caliente, incoloro en frio	los mismos colores.
— de hierro	rojo sombrío en caliente, amarillo ó incoloro en frio	verde botella.
— de manganeso	amatista	incoloro.
— de cobalto	azul	azul.

Algunas veces se funde el cuerpo con el carbonato de sosa sobre la hoja de platino, esta operacion tiene por objeto reconocer ya el óxido de manganeso, ya los óxidos de cromo. El color verde que se vuelve azulado por el enfriamiento, es un indicio cierto del primer cuerpo; el color verde esmeralda al fuego de reduccion, unido al color amarillo al fuego de oxidacion, indica los óxidos de cromo.

La necesidad de preparar las materias para hacerlas atacables por los ácidos, se manifiesta sobre todo en ciertas combinaciones silíceas. Entonces se tratan por la potasa ó la sosa ó por sus carbonatos fundiéndolas con ellos; estos cuerpos obran sobre la sílice y forman con ella una sal soluble en el agua ó en los ácidos. Tambien se usa el nitrato de barita para el mismo objeto cuando se tiene el proyecto de buscar en seguida los álcalis en la disolucion que se ha de verificar.

Operacion por la via húmeda. Para operar por la via húmeda es necesario que las sustancias minerales hayan sido préviamente disueltas; hay un corto número que se disuelven en agua, otras que son atacables por los ácidos, otras que es necesario fundir primero con el carbonato de sosa que forma por una parte una sal alcalina que se disuelve en el agua, y por otra un carbonato de las bases que se disuelve en los ácidos. Hay en fin, sustancias que necesitan ser préviamente fundidas con la sosa para poder ser atacadas por el agua ó mejor por los ácidos; ya hemos visto estas operaciones en los detalles que hemos dado sobre la via seca.

Hay disoluciones que exigen un poco de calor; pueden hacerse con una gota del líquido que se emplea en un cristal de reloj que se calienta sobre la llama de una bujía, ó mejor en los matracitos de que hemos hablado. El exámen por diferentes reactivos, se hace sobre varias gotas de la disolucion, dilatadas en varias otras de agua que se ponen en cristales de reloj, echando sobre ellas con un tubo una gota del reactivo; algunas veces basta con tener copas pequeñas, las mas pequeñas que se puedan encontrar, y en este caso las disoluciones se dilatan mucho en el agua. Para filtrar cuando esto es absolutamente necesario, lo cual se debe en general evitar, puesto que no se trata de separar materias sino solamente de reconocer su presencia, se usan embudos cónicos muy pequeños inflados á la lámpara, ó un anillo pequeño formado de un hilo de platino, cuyos dos extremos se juntan y tuercen, y sobre el cual se coloca el filtro, que no es otra cosa que un cucuruchito de papel sin cola. Para las evaporaciones mas considerables, no se necesita mas que una capsulita de porcelana ó mejor de platino, del tamaño de un cristal de reloj. De este modo se pueden hacer todos los ensayos imaginables y ademas hacerlos en cualquier parte; porque operando en pequeño los vapores cualesquiera que fueran, no podrian incomodar ni perjudicar á nadie.

Los reactivos que se necesitan y que deben ser muy puros, son:

Reactivos líquidos.

Acido hidroclórico.	Hidrosulfato de potasa.
— hidrosulfúrico.	Infusion de nuez de agalla.
— nítrico.	Nitrato de plata.
— sulfúrico.	— de barita.
Agua de cal.	— de cobalto.
— destilada.	— de plomo.
Alcohol.	Potasa cáustica.
Amoniaco.	Oxalato de amoniaco.
Hidroclorato de amoniaco.	Sosa cáustica.
— de platino.	Sub carbonato de amoniaco.
Hidrocianato ferruginoso de potasa.	Sulfato de sosa.
Hidrosulfato de amoniaco.	

Reactivos secos.

Bórax.	Lámina de hierro.
Nitrato de barita.	— de estaño.
— de potasa.	— de zinc.
Fosfato doble de sosa y de amoniaco.	Estaño en hoja muy delgada.
Sub-carbonato de sosa.	Protocloruro de estaño.
Limaduras de cobre.	Protosulfato de hierro.
Lámina de cobre.	

No se necesita mas que una corta cantidad de cada uno de estos reactivos, cuyo conjunto por consiguiente ocupa muy poco, sobre todo cuando se pueden renovar frecuentemente.

Determinar á qué cuerpo simple ó á qué género de compuesto pertenece una materia mineral. Apliquemos al presente los medios de ensayo á las sustancias minerales; hemos visto que solo hay trece cuerpos simples que se hallen en estado libre en la naturaleza, y que tampoco hay mas que un corto número de cuerpos simples ó compuestos, que sean en general electro-negativos respecto á todos los demás, y entre los cuales se halla por consiguiente uno de los principios de todos los cuerpos compuestos. Estos son los cuerpos cuya presencia es necesario determinar para resolver la cuestion que nos proponemos; así tenemos que reconocer si el cuerpo que se somete al ensayo, es:

Antimonio,	Oro,
Arsénico,	Paladio,
Bismuto,	Plata,
Carbono,	Platino,
Cobre,	Azufre,
Hierro,	Teluro,
Mercurio,	

únicos cuerpos que se conocen en estado libre en la naturaleza, ó bien si es un

Antimoniuro,	Hidrargiuro,
Arseniuro,	Ioduro,
Aururo,	Osmiuro,
Carburo,	Seleniuro,
Cloruro,	Sulfuro,
Fluoruro,	Teluruio,

que son los únicos cuerpos no oxigenados, ó finalmente si es un

Aluminato,	Manganato,
Arseniato,	Molibdato,
Arsenito,	Nitrato,
Borato,	Fosfato,
Carbonato,	Silicato,
Cromato,	Tantalato,
Ferrato,	Titanato,
Hidrato,	Tungstato,

únicos compuestos ternarios, cuaternarios, etc., oxigenados, que se han encontrado hasta ahora en la naturaleza. No hablamos de los óxidos porque por una parte es bastante difícil determinar en general por los simples ensayos que nos proponemos, si el cuerpo dado es un óxido, y por otra parte porque es mas bien la especie que el género, lo que hay necesidad de determinar.

Los ensayos que es preciso hacer para reconocer estos cuerpos, se reducen á un corto número de experimentos, á saber:

A calentar el cuerpo sin reactivos en un tubo cerrado ó abierto, y á examinar por diferentes medios, las materias que de él se desprenden.

A tratarle del mismo modo con carbon en polvo, ó con un ácido que se usa unas veces solo, y otras con peróxido de manganeso ó limaduras de cobre.

A fundirle con carbonato de sosa para producir una sal alcalina, por consiguiente soluble, cuyo ácido se reconoce por diferentes medios.

A fundir los cuerpos ó los precipitados obtenidos con el fosfato de sosa y amoniaco.

Se puede siempre, por medio de uno ú otro de estos experimentos principales, reconocer los cuerpos simples ó los diferentes géneros de compuestos, cuya lista acabamos de dar, y cuyos caracteres vamos á exponer.

Hidratos. Calentados en el tubo cerrado, dan agua que se condensa en la parte fria; se puede ensayar si esta agua es alcalina ó ácida, por los papeles de tornasol y de cúrcuma. No basta determinar si un cuerpo es un hidrato; es preciso tambien averiguar si no pertenece á un género de sal, porque los hidratos tienen por base, ya simples óxidos, ya compuestos oxigenados, ternarios, cuartenarios, etc.

Hidrargiuros. Tienen brillo metálico; calentados en el tubo cerrado, dan vapores de mercurio, que se condensan en gotitas metálicos en la parte superior fria; la base queda en el tubo, formando un glóbulo fundido á menos que no sea tambien volátil.

Seleniuros. En el tubo cerrado el calor hace desprender el selenio que se condensa en forma de un polvo rojo. En el tubo abierto ó sobre el carbon, el selenio se transforma en un óxido volátil de un olor fuerte de berza ó rábano podrido; este carácter es bastante preciso para hacer percibir porciones muy pequeñas de selenio en compuestos, que pertenecen á géneros diferentes por sus partes constitutivas principales.

Arsénico. Tiene brillo metálico y gris de acero en la fractura reciente. En el tubo cerrado se volatiliza enteramente, y se deposita en cristales metálicos; en el tubo abierto, da un fuerte olor de ajo, y se deposita en cristales blancos que son de ácido arsenioso: si el arsénico es puro, no queda nada al fin de la operacion.

Arseniuros. Tienen brillo metálico. En el tubo abierto presentan el mismo carácter que el arsénico; pero dejando un residuo al fin de la operacion ó dando vapores particulares. En el tubo cerrado hay algunas veces volatilizacion de arsénico.

El arsénico se halla algunas veces combinado con el azufre; entonces presenta las mismas reacciones que en estado puro; pero al mismo tiempo se reconocen las del azufre; sino se obtiene resíduo, el cuerpo es un simple sulfuro de arsénico; si hay resíduo, el cuerpo es un sulfo-arseniuro.

Acido arsenioso. En el tubo cerrado se volatiliza por entero, y se deposita en pequeños cristales blancos; con el carbon desprende olor de ajo.

Arsenitos. En el tubo cerrado, dan una sublimacion de ácido arsenioso y dejan un resíduo; con el carbon dan olor de ajo.

Arseniatos. En el tubo cerrado, no dan sublimacion; con el carbon, dan ácido arsenioso y olor de ajo.

Los arseniatos estan frecuentemente mezclados con fosfatos, lo cual no impide las reacciones indicadas; pero para manifestar el ácido fosfórico, hay que emplear el ensayo de los fosfatos, de que hablaremos mas adelante.

El olor de ajo desarrollado por la calcinacion, ya sea simple, ya con carbon, es bastante marcado para hacer reconocer porciones sumamente pequeñas de arsénico, en compuestos de géneros diferentes.

Antimonio. Metal blanco de plata. En el tubo abierto da vapores blancos abundantes sin olor de ajo, que se condensan en el tubo en forma pulverulenta, y que se pueden volatilizar y arrojar de un lugar á otro calentándolo de nuevo: este óxido es insoluble en el ácido nítrico, soluble por el contrario en el hidroclórico, donde se precipita en blanco por el agua, y en amarillo anaranjado por el hidrógeno sulfurado.

Antimoniuros. Tienen brillo metálico; el mismo carácter que el antimonio, y dejan un resíduo cuando ya no se desprende vapor blanco.

El antimonio en los compuestos, es unas veces el cuerpo electro-negativo, y otras el cuerpo electro-positivo; produce las mismas reacciones en los dos casos; pero en el segundo se obtienen al mismo tiempo las reacciones del azufre ó del arsénico, etc.; si hay un resíduo, el cuerpo contiene otra materia.

Oxidos de antimonio. Por el carbon se reducen á glóbulos metálicos, que calentados al aire presentan los caracteres del antimonio.

Teluro. Metal gris de acero. En el tubo cerrado, da un sublimado gris; en el tubo abierto, da vapores blancos que se pegan á las paredes del tubo y se funden en ellas, formando gotas transparentes cuando se calientan de nuevo; no deja resíduo despues de la operacion.

Teluluros. Tienen brillo metálico; el mismo carácter que el teluro; pero dejan un resíduo.

Cuando el cuerpo ensayado contiene poco teluro, puede todavía desprenderse el vapor blanco; pero es preciso mirar muy de cerca para no engañarse al calentar de nuevo el tubo, porque siendo las gotas muy pequeñas y muy puras, podria creerse que todo se ha evaporado, y que la sublimacion blanca era debida al antimonio.

Osmiuros. No se conoce mas que uno en la naturaleza. Calcinado con nitrato de potasa, da un olor análogo al del cloro.

Azufre. Al arder da el olor bien conocido, que se debe á la formacion del ácido sulfuroso; cuando es mecánicamente puro, no deja resíduo.

Sulfuros. Tienen lustre muchas veces metálico. En el tubo abierto la mayor parte dan ácido sulfuroso como el azufre, y le dan todos cuando han sido préviamente mezclados con la limadura de hierro; con la sosa ó el carbonato de sosa, dan todos por la fusion, una materia que echada en agua acidulada, deja desprender hidrógeno sulfurado, cuyo olor es el de los huevos podridos. Dejan un resíduo fusible ó dan vapores que descubren las sustancias con que el azufre estaba combinado.

Acido sulfuroso. Gaseoso ó disuelto en agua, da el olor de azufre quemado.

Acido sulfúrico. Es líquido: el polvo de carbon empapado en él, da ácido sulfuroso por el calor.

Sulfatos. En el tubo cerrado, dan frecuentemente vapores ácidos ó ácido sulfuroso; con el carbon solo ó mezclado con carbonato de sosa, dan por la fusion un producto que desprende hidrógeno sulfurado; por la accion del agua acidulada, por el ácido sulfúrico, no dan olor sulfuroso.

Carbono. Sustancia cristalina y muy dura, cuando forma el diamante, ó en masas negras á veces metaloidea. En el tubo abierto, se quema con mas ó menos dificultad; con el nitrato de potasa, se funde al calor rojo, y da por resíduo carbonato potásico.

Carburos. En el reino mineral los carburos tienen por base el hidrógeno; son gaseosos como el hidrógeno carburado; líquidos como la nafta y el petroleo, ó sólidos y análogos á materias resinosas, como el asfalto, etc. Lo que se llama carburo de hierro ó grafito, no parece que es sino carbono mezclado accidentalmente con materias ferruginosas, y presenta los caracteres del carbono.

Acido carbónico. Es gaseoso, sin olor, absorbible por los álcalis ó disuelto en agua, á la cual comunica un sabor ligeramente ácido, y la propiedad de hacer espuma y de dar con el agua de cal un precipitado que se disuelve con efervescencia en los ácidos.

Carbonatos. Con los ácidos se disuelven tanto en frio como en caliente, con una efervescencia mas ó menos viva, producida por un gas sin olor, sin color, que es el ácido carbónico.

Nitratos. Cuerpos solubles ó delicuescentes, fu-

sibles con el carbon; con el ácido sulfúrico, desprenden vapores rojos de gas nitroso, cuando se han mezclado con limaduras de cobre.

Cloruros. Con el ácido sulfúrico dan cloro, que se pueden reconocer por su olor particular, y el color amarillo verdoso, cuando se han mezclado préviamente con peróxido de manganeso en polvo. Con el fosfato de sosa y de amoniaco préviamente fundido con óxido de cobre, dan alrededor del glóbulo fundido, una hermosa llama azul que tira á púrpura, y es el resultado de la volatilizacion del cloruro de cobre.

Fluoruros. Con el ácido sulfúrico algunos dan un gas picante que corroe el cristal. Con el fosfato de sosa y de amoniaco préviamente fundido, desprenden todos este mismo gas. En el tubo cerrado algunas materias calentadas sin reactivos, producen el mismo efecto, que es debido á la presencia del fluor.

Ioduros. Con el ácido sulfúrico, desprenden vapores de color de violeta que huelen á cloro.

Acido bórico. Se presenta en pajillas nacaradas, y comunica inmediatamente al alcohol la propiedad de arder con una llama verde.

Boratos. Boro-silicatos. Con el ácido nítrico son atacados, y dejan un resíduo como jabonoso, que comunica al alcohol la propiedad de arder con una llama verde; el resíduo de los boro-silicatos fundido con carbonato de sosa, deja una materia insoluble, que es la sílice. Los simples boratos no dejan en este caso resíduo alguno.

Los *fosfatos*, *cromatos*, *molibdatos*, *tungstatos y tantalatos*, no presentan ninguno de los caracteres anteriores. Los de la naturaleza á excepcion del fosfato de sosa que es soluble, necesitan ser tratados sobre una hoja de platino con el carbonato de sosa; de esto resulta una sal alcalina soluble en el agua, á la cual hay que añadir un poco de ácido nítrico ó acético, para saturar el carbonato alcalino excedente; despues se reconoce la naturaleza del ácido del cuerpo ensayado, tratando la disolucion por diversos reactivos.

Fosfatos. La disolucion precipita en blanco por los nitratos de plomo, zinc y mercurio, y en amarillo por el nitrato de plata.

Los fosfatos se hallan frecuentemente mezclados con arseniatos, cuya presencia se revela por el olor de ajo con el carbon; pero que desfiguran las reacciones que acabamos de indicar. Si el arseniato es bastante abundante, el precipitado por el nitrato de mercurio, toma un ligero tinte amarillo, y el del nitrato de plata se vuelve mas pardo. Pero para distinguir bien las dos sales, es preciso recoger el precipitado por el nitrato de plomo y calentarle sobre un carbon al fuego de reduccion; entonces el arseniato se descompone, da vapores de arsénico, y resulta plomo metálico, que queda con un glóbulo de fosfato susceptible de cristalizacion.

Cromatos. La disolucion precipita en amarillo por el nitrato de plomo, y rojo por los nitratos de plata y mercurio.

Cromitos. El cromito de hierro, único que se conoce, no es atacado por el carbonato de sosa, á menos que no se prolongue mucho el fuego de oxidacion. Con el nitrato de potasa ó de sosa, el óxido de cromo se transforma en ácido crómico, y la disolucion acuosa da los caracteres de los cromatos.

Oxido de cromo. Tratado como los cromitos, produce el mismo efecto; al fuego de reduccion, toda sustancia que contiene cromo, forma con la sosa una materia fundida de color verde claro, que pasa al amarillo por el fuego de oxidacion.

Molibdatos. La disolucion cuando se le añade un ácido, da un precipitado blanco de ácido molíbdico; una lámina de estaño le hace pasar al color azul. El precipitado es fusible y volátil, y da con el fosfato doble un vidrio verde al fuego de reduccion.

Tungstatos. Un exceso de ácido añadido á la disolucion, da un precipitado blanco al principio, y que se vuelve amarillo por la ebulicion. Este precipitado es fusible, y da con el doble fosfato un vidrio azul al fuego de reduccion.

Tantalatos. La adicion de uno de los ácidos nítrico ó hidroclórico, determina un precipitado blanco que no se disuelve, aunque estos ácidos se hallen en exceso y la disolucion esté dilatada; este precipitado es infusible, y cuando está todavía húmedo, se vuelve anaranjado por la infusion de nuez de agalla, y pardo por el hidrosulfato de amoniaco. La fusion con el doble fosfato, da un vidrio incoloro.

Silicatos ó silice. Su fusion es mucho mas difícil, exigiendo mas sal de sosa, y un fuego sostenido por mas tiempo, para hacer una materia soluble; las disoluciones precipitan por los ácidos nítrico, hidroclórico, etc. si estan bastante concentradas, no cuando estan muy dilatadas; pero dan entonces un precipitado por la evaporacion, El precipitado es blanco, no se colorea por ningun reactivo, es infusible, y da un vidrio incoloro con el doble fosfato.

Varios silicatos son atacables inmediatamente por los ácidos que forman entonces con ellos una gelatina transparente. Esta gelatina es producida por la sílice que se separa del cuerpo; toda sustancia que forma gelatina por los ácidos, es hasta ahora un silicato.

La sílice que se obtiene de la una ó la otra manera, contiene algunas veces, ácido bórico que se reconoce por el alcohol.

Titanatos ú óxido de titano. El resultado de su fusion es insoluble en el agua y soluble en el ácido hidroclórico. La disolucion precipita en verde prado si contiene óxido de hierro por el hidrocinato de potasa, y en rojo pardo, si el titanato no es ferruginoso.

Por el ácido oxálico da un precipitado blanco, el cual produce un vidrio da color de violeta, con la sal de fósforo al fuego de reduccion.

Aluminiato ó alumina. La fusion es incompleta; el resultado es insoluble en el agua, y frecuentemente difícil de atacar por el ácido hidroclórico. La disolucion no precipita por la evaporacion; por el amoniaco da un precipitado gelatinoso que se disuelve añadiendole potasa; el precipitado toma un hermoso color azul por la calcinacion con una sal de cobalto.

Los *Ferratos y Manganatos* no pueden distinguirse de los óxidos de hierro y de manganeso, y de su combinacion como cuerpo electro-positivo, sino demostrando que el cuerpo propuesto no pertenece á alguno de los géneros de compuestos que acabamos de caracterizar, y que contiene una base con la cual se halla combinado el óxido férrico ó mangánico.

Manganatos, óxido de manganeso ó sustancia manganésica. Con la sal de sosa dan por la fusion una materia de color verde que se vuelve azulada por el enfriamiento.

Ferratos, óxidos de hierro ó sustancia ferruginosa. Si se puede hacer una disolucion en ácido nítrico, se obtiene un precipitado azul abundante por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Los metales en estado libre, de que hemos hablado, se reconocen en los caracteres siguientes:

Plata. Es blanca, atacable por el ácido nítrico. La disolucion da por el ácido hidroclórico ó un cloruro, un precipitado insoluble en los ácidos y que se disuelve en el amoniaco.

Bismuto. Es blanco rojizo, atacable por el ácido nítrico, y la disolucion precipita en blanco por el agua. La calcinacion sobre el carbon ó en un tubo, da un óxido poco volátil, amarillento, que no comunica color alguno á la llama.

Hierro. Tiene un color bien conocido; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion da un precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y negro por la infusion de nuez de agallas.

Cobre. Es rojo; atacable por el ácido nítrico. Su disolucion de color azul verdoso, da con los álcalis fijos un precipitado azul, y con el amoniaco un precipitado azulado que se redisuelve en un exceso de álcali y forma un licor de color azul celeste.

Paladio. Es blanco, atacable por el ácido nítrico; la disolucion es roja, da un precipitado de color de aceituna por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y un precipitado metálico por el proto-sulfato de hierro.

Oro. Es amarillo, atacable únicamente por el agua régia. La disolucion da un precipitado purpúreo por el proto-cloruro de estaño.

Aururos. El aururo de plata, único que se conoce, es amarillo de oro, ó blanco amarillento. Es soluble en el agua régia; da inmediatamente un precipitado de cloruro de plata y despues un precipitado purpúreo por el proto-cloruro de estaño.

Platino. Es blanco, atacable únicamente por el agua régia. La disolucion precipita en amarillo por los hidrocloratos de amoniaco y de potasa.

Los cuerpos que no se refieren á ninguno de los anteriores, son óxidos de estaño, de bismuto, de plomo, de urano, de cobalto y de cobre, y sus caracteres los daremos mas adelante.

Determinar la naturaleza de los cuerpos electro-positivos que entran en los compuestos. Para poder reconocer estos cuerpos positivamente, es preciso que la sustancia sea primero disuelta. Los antimoniuros, arseniuros, hidrargiuros, seleniuros, sulfuros y telururos, deben ser siempre atacados por el ácido nítrico, y algunas veces por el agua régia; la disolucion será evaporada con precaucion hasta sequedad, y el resíduo vuelto á tratar por el agua en cuanto sea susceptible.

Los carbonatos seran disueltos en frio ó caliente en los ácidos nítrico ó hidroclórico.

Los arseniatos, boratos, cloruros, cromatos, yoduros, molibdatos, fosfatos, fluoruros, sulfatos, tantalatos y tungstatos insolubles, deben ser fundidos con el carbonato de sosa y el resultado tratado y lavado con agua; el resíduo será disuelto en el ácido hidroclórico, la disolucion evaporada á sequedad, y la materia vuelta á tratar por el agua.

Los silicatos, titanatos, aluminatos, deben ser fundidos con el carbonato de sosa; el resultado será disuelto inmediatamente por el ácido hidroclórico evaporado hasta sequedad y vuelto á tratar por el agua.

Todos los cuerpos solubles en el agua serán inmediatamente disueltos en este líquido.

Cuerpos de la primera serie.

Las únicas bases que conocemos hasta ahora en estos compuestos son:

Arsénico	Plata.
Antimonio	Mercurio.
Cadmio	Plomo.
Manganeso	Cobre.
Cobalto	Hierro.
Estaño	Niquel.
Molibdeno	Zinc.
Bismuto	

El arsénico, el antimonio, el teluro, el selenio, en cualquiera pequeña cantidad que se hallen, pueden reconocerse por los mismos medios que el género á que pertenece la sustancia.

Se podrá buscar de antemano el cadmio, el manganeso, el cobalto, para no tener que ocuparse de ellos en la disolucion.

Se los reconocerá en los caracteres siguientes:

Cadmio. Calentado sobre el carbon, da una aureola de polvo rojo amarillo naranjado, aunque se halle en muy corta cantidad en el mineral.

Manganeso. Da con el carbonato de sosa sobre la hoja de platino, una materia verde que toma un tinte amarillo al enfriarse.

Cobalto. Despues de tostado da con el bórax un vidrio azul muy intenso al fuego de reduccion.

El ácido nítrico obrando sobre los cuerpos de que vamos hablando, los hace á todos pasar al estado de óxido ó de ácido. El estaño, el antimonio, el molibdeno, una vez oxigenados, se precipitan inmediatamente al fondo del matraz: se distinguen unos de otros de la manera siguiente:

El óxido de estaño no se volatiliza por el calor sobre el carbon, se reduce con el carbonato de sosa, y da un boton metálico maleable, á menos que no contenga óxido antimonioso, lo cual sucede algunas veces, en este caso, el boton metálico esparce vapores blancos, y se vuelve dúctil cuando deja de darlos y se convierte en óxido que queda alrededor de la materia de ensayo.

El ácido antimonioso que se ha formado, da vapores blancos sobre el carbon, se reduce con el carbonato de sosa en un glóbulo metálico quebradizo; si este glóbulo, completamente tostado, deja un boton dúctil ó da un óxido blanco fijo, contiene estaño.

El ácido molibdico ha sido caracterizado en el artículo molibdatos.

Si la sustancia disuelta por el ácido nítrico contiene azufre y plomo, se forma tambien un precipitado que es sulfato de plomo; se reconocerá el sulfato por los caracteres indicados y el plomo, tratando la materia como los cuerpos de la tercera serie. Si se ha tratado un arseniuro ó un cuerpo que contiene arsénico, se podran formar cristales de ácido arsenioso por el enfriamiento del licor ó precipitados de arseniatos; pero estos últimos no se formaran mientras el ácido nítrico se halle en exceso. La presencia del arsénico se habrá reconocido por los primeros ensayos del exámen del género.

Si se ha tratado un seleniuro ó un cuerpo que contiene selenio, se podran obtener cristales de ácido selénico. El selenio se habrá reconocido por los ensayos preliminares.

Algunas veces podrá suceder tambien, que quede una corta cantidad de una materia amarilla metálica insoluble si se ha usado el ácido nítrico, y que consiste en algunas partículas de oro.

Sentado esto, examinemos el líquido; este contendrá:

Bismuto. Si una gota echada en una gran cantidad de agua la enturbia inmediatamente en blanco.

Plata. Si una gota de ácido hidroclórico ó de disolucion de cloruro de sodio, añadida á una porcion de dicho líquido, da un precipitado blanco coposo, soluble en el amoniaco.

Mercurio. Si una porcion del líquido tratada por el ácido hidroclórico, precipita sobre una lámina de cobre un polvo gris que la platea, y que se puede volatilizar fácilmente por el calor.

Cobre. Si una porcion del licor tratada por el ácido hidroclórico antes de la introduccion del cobre, forma sobre una lámina de hierro un barniz rojo de cobre.

Plomo. Si una gota de ácido sulfúrico ó de disolucion de sulfato de sosa añadida á la misma porcion de licor, forma en ella un precipitado blanco.

Hierro. Si una porcion de la disolucion, en la cual no se ha introducido hierro, precipita en azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Niquel. Si el licor en que se ha dejado una lámina de hierro por un tiempo suficiente para separar todos los metales anteriores, se vuelve azul añadiéndole amoniaco.

Zinc. Si una porcion de la disolucion tratada por la potasa cáustica en exceso y filtrada, contiene todavía alguna cosa que precipita en blanco cuando se la satura con un ácido.

Se podrian encontrar siguiendo de este modo los

metales que tienen la propiedad de formar compuestos dobles del género de los que vamos hablando, tales como los siguientes.

Tungsteno y tántalo formarian un precipitado inmediato de ácido túngstico y tantálico.

Platino, oro é iridio permanecerian insolubles por el ácido nítrico; serian atacados por el agua régia, y se precipitarian con el mercurio sobre la lámina de cobre.

Rodio pudiera no ser atacado por el agua régia, y si lo fuera precipitaria tambien con el mercurio.

Paladio precipitaria con el mercurio y daria un precipitado metálico por el proto-sulfato de hierro.

Urano. La disolucion tratada por el carbonato de sosa en exceso, conservaria algo que se precipitaria por la adicion de un ácido; este precipitado redisuelto por este ácido daria nuevo precipitado de color de sangre por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Cerio. Es atacado solamente por el agua régia, precipitado entonces en blanco por el hidrocianato ferruginoso de potasa y tambien por los álcalis y el hidrosulfuro de potasa.

Cuerpos de las otras series.

Las disoluciones de estas series podran contener casi todos los óxidos; pero haremos notar que no se encuentran, y que aun parece que no se pueden encontrar los de oro, platino, paladio, rodio é iridio, porque estos cuerpos son muy poco oxidables. Nunca se encuentran mas que un corto número de óxidos reunidos; pero para no entrar en demasiados detalles supondremos todo lo que se puede encontrar reunido en la misma disolucion, á saber:

Cadmio	Barita.
Manganeso	Estronciana.
Cobalto	Alúmina.
Cromo	Itria.
Litina	Glucinia.
Amoniaco	Circona
Bismuto	Urano
Plata	Zinc
Mercurio	Cal
Cobre.	Magnesia.
Niquel.	Potasa.
Hierro.	Sosa.
Plomo.	

Se investigará como anteriormente por medio de ensayos preliminares si la sustancia contiene cadmio, manganeso ó cobalto; se averiguará tambien cuando no es un crometo si contiene óxido de cromo, y en general si existe en ella lidma ó amoniaco.

Oxido de cromo. La sustancia tratada por el carbonato de sosa sobre la hoja de platino da una materia verde al fuego de reduccion que se vuelve amarilla al fuego de oxidacion.

Litina. Reducido el mineral á polvo y tratado por la sosa sobre una hoja de platino, la litina desprendida produce sobre el metal una mancha parda en derredor de la masa fundida; quitando la mancha con agua se observa que el metal ha perdido su brillo. Este carácter es sin embargo bastante equívoco porque la sosa misma produce un efecto análogo, aunque menos marcado; otros cuerpos le producen tambien y la presencia de la potasa impide la reaccion.

Amoniaco. Este álcali no se halla sino en sales solubles. Diluyendo estas sales con un poco de potasa ó de sosa cáustica, la presencia del amoniaco se manifiesta por el olor picante y urinoso.

Hechos estos ensayos preliminares, pasemos á las demás sustancias. El bismuto manifestará su presencia por la adicion de agua, ya sea el licor ácido que ha disuelto los carbonatos, ya el resíduo de la evaporacion que se vuelve á tratar por este líquido. La plata, el mercurio, el cobre, el niquel y el hierro se reconoceran como anteriormente.

Al presente tenemos que ocuparnos de las otras materias, cuyos caracteres vamos á exponer.

Oxido de plomo, barita, estronciana. Una gota de ácido sulfúrico ó de un sulfato, produce un precipitado en la disolucion; en el plomo el precipitado se ennegrece al momento por los vapores de hidrógeno sulfurado; en la barita el precipitado no se ennegrece y se forma siempre, cualquiera que sea la cantidad de agua que se añada al líquido; en la estronciana el precipitado no se ennegrece; pero deja de formarse cuando la disolucion está muy dilatada.

Despues de estos experimentos es preciso añadir amoniaco en exceso. Entonces las materias se dividen en dos; unas se precipitan y otras quedan en disolucion.

Materias precipitadas. En el precipitado hay que buscar el urano, la alúmina, la glucina, la itria, el cerio y la circona. Se dejará este precipitado expuesto algun tiempo al aire, se le agitará despues en el agua que se dividirá en cuatro porciones mientras está todavía turbia. Se reconoceran las diversas sustancias de la manera siguiente:

Urano. Si el carbonato de potasa que se disuelve en una de las porciones del agua, se apodera de alguna de las materias que tenia en suspension, y si el líquido filtrado saturado de ácido, da un precipitado rojo de sangre por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Itria, Glucina. Si el carbonato de amoniaco disuelto en otra porcion de agua extrae alguna cosa de ella. Itria, si el líquido saturado de ácido precipita por la sosa cáustica en exceso. Glucina si no precipita, y una y otra, sí el licor alcalino que sobrenada despues de la separacion de la itria, contiene alguna cosa.

Alumina, glucina. Si la sosa cáustica añadida á una tercera porcion del agua extrae de ella alguna cosa. Alúmina, si la disolucion saturada de ácido precipita por el carbonato de amoniaco en exceso. Glucina, si no se forma el precipitado; una y otra si el líquido que sobrenada despues de la separacion de la alúmina, encierra alguna cosa.

Cerio zircona. Si añadiendo un ácido á la cuarta porcíon de agua por disolver lo que tiene en suspension, el oxalato de amoniaco forma en ella un precipitado. Cerio, si el precipitado se vuelve pardo por la calcinacion, si da con el bórax un vidrio rojo ó anaranjado oscuro, mientras está caliente, y que se vuelve amarillo por el enfriamiento. Zircona, si el precipitado despide una luz viva por la calcinacion y da un vidrio blanco opaco con el bórax; uno y otra, si despues de una buena calcinacion, un ácido disuelve una parte del precipitado, y abandona otra que es la zircona.

Licor amoniacal. Contiene zinc, cal, magnesia, litina, sosa y potasa, que es preciso descubrir.

Cal. Esta sustancia precipita al instante por el oxalato de amoniaco; el precipitado enrojece el papel de cúrcuma húmedo despues de la calcinacion.

El niquel y el cobalto, se precipitan algunas veces al mismo tiempo, si el líquido los contiene; pero ni uno ni otro enrojecen el papel de cúrcuma.

Zinc. Se reconoce si evaporado el líquido y tratando el resíduo por un ácido, la nueva disolucion tratada por la sosa cáustica en exceso, conserva alguna cosa que se puede precipitar en blanco, saturándola con precaucion por un ácido.

Magnesia. Se reconoce su presencia, si evaporado el líquido y disuelto el resíduo en un ácido, la nueva disolucion tratada por el hidrosulfato de potasa y filtrado, precipita por la sosa.

Despues de estos ensayos solo pueden existir en el compuesto examinado, la litina, la sosa y la potasa. Estos álcalis se encuentran en sales solubles ó en silicatos.

Para buscarlos en estos últimos, es preciso si no son solubles en los ácidos, fundirlos con el nitrato de barita, triturar la materia que resulta, y hacerle digerir en ácido nítrico.

Teniendo de esta manera, ó bien por la disolucion inmediata en el agua ó un ácido, una disolucion á la cual no se ha añadido ninguno de los tres álcalis, se precipitará todo lo que pueda serlo por el carbonato de amoniaco; despues de haber filtrado se evaporará el líquido, y se calcinará el resíduo hasta que no desprenda vapor. Si queda entonces en la cápsula alguna cosa soluble en el agua, es uno de los tres álcalis, que se distinguiran en los diferentes caracteres siguientes:

Litina. Su disolucion concentrada precipita por el carbonato de sosa; el precipitado corroe el platino.

Potasa. Su disolucion precipita en amarillo por el cloruro de platino.

Sosa. No presenta ninguno de estos caracteres. Si los tres álcalis se hallan juntos, se reconocerá el primero y el segundo de la misma manera; en cuanto al tercero será preciso transformar el todo en sulfato, hacerle evaporar suavemente y dejar formar cristales; entonces se reconocerá la presencia de la sosa en la eflorescencia de su sulfato, que al cabo de algunos dias, forma puntos blancos entre los demás cristales.

Operaciones en casos mas sencillos. Hemos supuesto en lo que precede, que los óxidos que se han encontrado en diversas combinaciones, estaban todos reunidos en la misma disolucion. Esta manera tiene la ventaja de abreviar la descripcion que sin esto hubiera exigido una multitud de divisiones para los diferentes casos que se pueden presentar; pero tambien complica el problema mucho mas de lo que está ordinariamente. En efecto, es raro que se encuentren seis ó siete bases en el mismo compuesto, por lo general, solo se encuentran tres ó cuatro, y algunas veces una sola. Las investigaciones son entonces mucho mas fáciles, porque no hay que atacar los precipitados que se forman, y cada gota de la disolucion puede indicar si tal ó cual materia existe ó no; daremos algunos ejemplos.

Notemos en primer lugar, que el bromo, la itria, la glucina, el cerio y la zircona, son raros en los compuestos; que solo se encuentran en algunos minerales que en su mayor parte tienen caracteres particulares. De esto resulta, que en los casos mas ordinarios despues de la investigacion fácil del óxido de plomo, la barita y la estronciana, no hay que determinar mas que la presencia de la cal, de la alúmina del óxido de zinc, de la magnesia y de los tres álcalis.

Tomando entonces la parte de disolucion tratada por el ácido sulfúrico ó un sulfato, se reconocerá que contiene dichas sustancias del modo siguiente:

Cal. Si precipita por el oxalato de amoniaco.

Alúmina, óxido de zinc. Si tratada por la sosa en exceso contiene alguna cosa que se pueda precipitar saturando con precaucion por un ácido. *Alúmina,* si la disolucion sobresaturada de ácido en términos de que se disuelva el precipitado da un nuevo precipitado blanco en copos por un exceso de amoniaco. *Oxido de zinc,* si el amoniaco forma al principio un precipitado que se disuelve poco despues; uno y otro si el líquido que sobrenada por encima del precipitado de alúmina conserva alguna cosa que se pueda precipitar saturando nuevamente con precaucion por un ácido.

Magnesia. Si tratada por el hidrosulfato de potasa y filtrada precipita todavía por la potasa ó la sosa.

Si la sustancia propuesta no contribuyera ninguno de los metales reconocidos antes del plomo, la barita y la estronciana, el exámen se simplificaria todavía mucho mas. Despues de haber tratado por el ácido sulfúrico ó por un sulfato, se reconocerá en el momento: *la cal* por el oxalato de amoniaco; *la magnesia,* inmediatamente por la sosa; *la alúmina* por el amoniaco que da entonces un precipitado blanco en copos; *el óxido de zinc* en el líquido amoniacal saturándole con precaucion por un ácido.

No se podria operar de la misma manera en los casos en que se sospechara mayor complicacion, porque entonces los precipitados se hallarian demasiado mezclados. En efecto, en el primer caso la alúmina podria contener glucina, y la magnesia itria que seria entonces preciso buscar. En el segundo caso, estas dos sustancias estarian aun mezcladas con otras muchas, es decir, con todas las materias precipitables por la sosa y por el amoniaco. El líquido amoniacal ademas del óxido de zinc podria contener aun niquel cobalto y cobre.

Observaciones. En los diferentes géneros de ensayos que se acaban de indicar, solo se ha tenido por objeto ofrecer los medios mas sencillos y mas fáciles de poner en evidencia las diferentes materias que entran en la composicion del mineral, y cuando ellas no se encuentran en cantidad demasiado pequeña. No teniendo por objeto separar estas materias unas de otras, no hay necesidad de ocuparse en obtener precipitados puros, y en efecto, con tal que se pueda descubrir la presencia de una sustancia, poco importa que arrastre otras al precipitarse ó volatizarse. Sin embargo, se comprende que muchas veces es necesario entrar en mas detalles y aun proceder por otros medios para obtener resultados mas precisos; pero ya casi es de temer que á pesar de los estrechos límites á que se han reducido, estos experimentos parezcan demasiado complicados. Haremos notar sin embargo en este particular, que es imposible prescindir de los ensayos químicos en el estudio de los minerales, sopena de incurrir en una multitud de errores que no han podido evitar los mejores mineralogistas, y que en este caso es preciso no reducir de tal manera los medios que vengan á ser completamente ilusorios. No basta en efecto emplear los pretendidos caracteres químicos empleados en todas las obras, porque ciertamente no se sacaria de ellos ningun resultado. Por ejemplo: el carácter químico que se atribuye al carbonato de cal de hacer efervescencia con los ácidos, es comun á otras muchas sustancias. El de formar gelatina con los ácidos, se observa en algunos silicatos y en todos los hidratados. Los caracteres de fusibilidad que se indican tambien con tanta frecuencia, apenas tienen mas importancia, puesto que solo se diferencian en él mas ó menos, en sustancias sumamente distintas y no denotan en manera alguna la naturaleza del cuerpo. Todas estas indicaciones son demasiado vagas para ser realmente útiles y para poder servir de caracteres específicos: estos no pueden tener valor sino en tanto que sean susceptibles de indicar los diversos componentes de los cuerpos. Haremos notar tambien, que si nuestras colecciones abundan en errores ó por lo menos en incertidumbres, es á consecuencia del poco uso que se ha hecho siempre de los reactivos para la distincion de las sustancias; de esto ha resultado, que un gran número de materias minerales sobre todo entre aquellas que no han cristalizado regularmente, se hallan colocadas en tal ó tal especie con arreglo á consideraciones vagas y muchas veces sobre la fe del vendedor ó la de cual quiera persona que habiendo encontrado un mineral le ha impuesto casi á la ventura tal ó cual nombre.

Lejos de poderse limitar los ensayos químicos, todo conduce por el contrario á hacerlos con la mayor precision posible, y seria muy importante transformarlos efectivamente en análisis del mineral. En efecto, no basta saber á bulto que una sustancia contiene tal ó cual materia, puesto que estas materias pueden hallarse reunidas en diversas proporciones que consti-

tuyen cuerpos muy diferentes; es pues preciso conocer sus cantidades relativas, lo cual no puede hacerse sino por operaciones en que se separan rigorosamente las diferentes materias unas de otras y en que se las puede pesar aisladamente. Es preciso tambien saber en qué grado de oxidacion se encuentra tal ó cual metal en un mineral, porque las consecuencias son entonces muy diferentes; ahora bien; esta circunstancia tan difícil de establecer en los análisis mas escrupulosos, es las mas veces imposible de reconocer en los ensayos en pequeño: todavía se puede distinguir menos si hay dos óxidos diferentes del mismo metal, uno de los cuales hace las veces de base, y otras las de ácido como hemos puesto ya muchos ejemplos. Finalmente, no se puede llegar á reconocer que tal cuerpo se halla reemplazando á tal ó cual otro en la composicion de un mineral, sino por una discusion detenida que exige el conocimiento de las cantidades relativas de los componentes. Asi es de toda necesidad poseer el análisis de un mineral para conocerle bien. Los mineralogistas son los que deben hacer los análisis, porque ellos tienen el mayor interes; los químicos de profesion tienen demasiados objetos de estudio en su especialidad para ocuparse activamente del análisis de los minerales, de los cuales rara vez obtienen en el estado actual resultados útiles á la ciencia en que se ocupan. El mineralogista solo puede tambien aprovechar una multitud de circunstancias que solo él puede conocer en detalle, y que es importante apreciar para sacar partido de un análisis; en fin, solo él puede conocer las necesidades de la ciencia y elegir por consiguiente aquellos cuerpos sobre que debe dirigirse especialmente el exámen. La ciencia estaria mucho mas adelantada si desde hace algun tiempo que ha sido necesario considerarla bajo un nuevo punto de vista, todos los mineralogistas se hubiesen dedicado á este género de estudio: no habria tantas incertidumbres que estan todavía por aclarar sobre muchas sustancias, y probablemente no se verian tantas especies que no pueden colocarse sino inciertamente.

Con arreglo á estas consideraciones no podemos menos de excitar á las personas que tengan algun gusto por la mineralogía á que se dediquen á la química mineral, y se pongan en estado de hacer por sí mismos los análisis que la ciencia reclama; pronto veran que ayudándose con las obras de química, y ejercitándose al principio sobre mezclas hechas expresamente ó sobre materias bien conocidas, se hallaran al poco tiempo en disposicion de hacer la mayor parte de las investigaciones que hoy se necesitan. No hay mas que ciertas sustancias en que se pueden encontrar dificultades en el estado actual; pero por poca importancia que se les dé, nunca se dejaran de encontrar en los químicos los consejos que puedan ser útiles y aun provocar las investigaciones necesarias para descubrir los métodos de operacion.

PARTE TERCERA.

Distincion y clasificacion de las sustancias minerales.

Acabamos de estudiar de la manera mas general que ha sido posible, los diferentes géneros de propiedades que presentan los minerales, y hemos dado á conocer los medios que se pueden emplear para verificarlas. De estas propiedades se han sacado los caracteres por cuyo medio se distinguen los cuerpos entre sí, se les acerca ó se les separa segun sus analogías ó diferencias, y por consiguiente se forman grupos cuyo conjunto constituye lo que se llama una clasificacion. Pero es claro que esta clase de grupos seran muy diferentes segun se tome por base tal ó cual clase de caracteres; asi cada obra de mineralogia presenta una clasificacion particular, y cada profesor tiene la suya. Hasta ahora nadie se ha puesto de acuerdo, y es bien sorprendente que en un siglo en que todas las otras ramas de la historia natural se profesan por todas partes siguiendo los mismos principios, la clasificacion mineralógica sea aun tan poco fija, y se halle en cierto modo en el mismo punto que en su infancia, y es porque en esta ciencia no ha habido nunca mas que métodos artificiales, y no se han empleado los medios de llegar á un método natural que seria aceptado por todos como los métodos introducidos en la botánica y en la zoologia. Probemos á discutir las bases que se deben adoptar para llegar á una buena clasificacion de las sustancias minerales, y si en el estado actual de la ciencia no podemos llegar todavía á un grado elevado de perfeccion, tratemos por lo menos de no tomar un camino opuesto al que conduce á ello.

Idea general de las clasificaciones. Empezemos por dar una idea general de lo que se entiende por clasificacion. Mientras no se ha conocido mas que un corto número de seres ó de cuerpos, no se ha podido sentir la necesidad de clasificarlos; asi vemos que los antiguos naturalistas distinguen solamente los tres reinos de la naturaleza que se han presentado desde luego á la observacion y describen despues sin órden alguno las diferentes producciones que conocian en cada uno de ellos. Pero cuando se ha aumentado la suma de nuestros conocimientos, ha sido preciso pensar en distribuir estos seres en cierto órden sin lo cual su conjunto hubiera sido muy pronto un caos en que nada se hubiera podido reconocer. Desde entonces se imaginó formar catálogos divididos y subdivididos segun los caracteres de los seres, de manera que partiendo de la observacion de estos caracteres se pudiera llegar á conocer el nombre y las demás propiedades de que no se habia hecho uso. En cada reino se establecieron en un principio grandes divisiones ó clases reuniendo todos los seres que podrian presentar algunos caracteres comunes aplicables á un gran número; asi es como se ha formado la division de los animales mamíferos, la de las aves, etc. En cada clase se han reunido del mismo modo todos los seres en que existian algunos caracteres comunes, y se han formado subdivisiones designadas con el nombre de *órdenes ó familias*, que á su vez han sido divididos del mismo modo dando orígen á lo que se ha designado con el nombre de *géneros*. Estos géneros han sido divididos en *especies* en donde ya no se encuentran mas que *individuos* ó sus *variedades*. En este caso ha sido ya sumamente fácil, registrando estas tablas, encontrar el nombre de un ser que se tenia á la vista si habia sido ya descrito, ó reconocer que era nuevo para la ciencia.

Todo el mundo ha convenido en la utilidad de ordenar de este modo el conjunto de las producciones naturales; pero ha pasado mucho tiempo antes de en-

tenderse acerca de las bases de que se debia partir, y cada cual ha dispuesto los seres como le ha parecido, fundándose ya en un principio, ya en otro. De esto ha resultado una multitud de métodos arbitrarios, varios de los cuales pueden ser muy útiles á los principiantes para familiarizarlos con la naturaleza; pero que tienen todos grandes defectos bajo el aspecto filosófico. En todos los métodos que se han imaginado, solo se ha tratado en un principio de buscar caracteres bien marcados sin cuidarse de la mayor ó menor importancia de las partes de que se tomaban, y de aquí ha resultado, que muchas veces se han reunido seres muy diferentes por sus caracteres esenciales y separado por el contrario los que tenian entre sí mas analogía. Solo despues de mucho tiempo se han considerado las clasificaciones bajo un punto de vista realmente científico, estableciéndolas sobre las bases que ofrece la naturaleza misma y que parece que debian presentarse las primeras. Estudiando particularmente los animales y los vegetales, se ha visto que existian relaciones naturales entre los diferentes seres de cada uno de estos reinos; que algunos de entre ellos se parecian mas por el conjunto de todos sus caracteres comprendiendo á la vez su organizacion, su forma general de todas sus partes, su aspecto, sus costumbres, y muchas veces hasta en sus propiedades materiales, que lo que se parecian á todos los demás. El estudio de estas relaciones que debe ser el objeto esencial de la ciencia, ha conducido á reunir los seres que tienen entre sí mas analogía, y á formar grupos que se han comparado tambien unos con otros para reconocer su mayor ó menor afinidad y disponerlos convenientemente entre sí. De esta manera de proceder ha resultado lo que se llama *método natural*, que muy diferente de todos los otros se consolida y perfecciona cada vez mas por el descubrimiento de nuevos seres y por los trabajos reunidos de todos los sabios. Este método no es solamente un medio de suplir á los límites de nuestra inteligencia; presenta ademas el cuadro fiel de lo mas importante y mas general que sabemos sobre los diferentes seres; si se pudiese llevarle á su último grado de perfeccion en todas las partes de la ciencia, llegaria á ser la exposicion exacta y completa de la naturaleza entera.

Nocion de la especie en general. Solo en el método natural se puede tener una idea clara de la especie; se llama asi la coleccion de los seres que por el conjunto de sus caracteres tienen entre sí analogías cuya suma no se encuentra en ningun otro. Esta definicion conviene igualmente á los tres reinos de la naturaleza; pero en el reino orgánico se completa en cierto modo, ó mas bien se explica añadiendo, que los seres se reproducen constantemente por la generacion sin sufrir modificacion esencial, y de manera que todos puedan ser considerados como originariamente salidos de un solo individuo. En el reino inorgánico se puede añadir cuando se trata de cuerpos compuestos, que los seres se reproducen constantemente cuando los mismos elementos hallándose en presencia de otros, se reunen en las mismas proporciones.

De la eleccion de los caracteres. Fácilmente se concibe, que todas las cualidades que se descubren en los seres, no son igualmente propias para establecer las comparaciones que son necesarias al conocimiento de la mayor ó menor analogía que existe entre ellos, y por consecuencia para establecer la especie, es pues preciso elegir entre estas cualidades, aquellas que pueden conducir con mas seguridad al objeto que se desea.

Los pormenores que hemos dado en los tratados anteriores, demuestran con bastante claridad que las diferentes propiedades que hemos reconocido en los minerales, no tienen todas el mismo grado de importancia; bastará que las recordemos brevemente para ver cuales son las que en particular pueden caracterizar las especies. Es evidente que las formas y las estructuras irregulares ó accidentales que pueden variar hasta lo infinito segun las circunstancias de hallarse en casi todos los minerales, no pueden tener sino muy poca importancia, y que solo las formas y las estructuras regulares puedan ser tomadas en consideracion. En los caracteres ópticos, el brillo y los colores accidentales no pueden tener mas que un valor muy escaso, y solo los colores propios, los fenómenos de refraccion ó de polarizacion pueden tener importancia. La dureza, la tenacidad, la flexibilidad, ductilidad, los diferentes géneros de accion sobre el tacto, son ó demasiado difíciles de comparar de un cuerpo á otro, ó demasiado variables por efecto de la estructura ó del estado de agregacion de las partículas para poder ser empleados con alguna confianza, á no ser en casos particulares. Los olores propios, los sabores, muy útiles en varias circunstancias, no pueden servir sino para ciertos cuerpos, y aun es preciso estar bien seguro de que no se deben á algunas mezclas; por otra parte, entran en el número de los caracteres químicos. La electricidad no puede tampoco ser tomada en consideracion, puesto que puede variar de intensidad y de especie por diferentes causas, cuya mayor parte ignoramos. La accion sobre la aguja imantada, puede todo lo mas distinguir un corto número de cuerpos en que entran como partes constitutivas, el hierro ó sus óxidos conservando sus propiedades, y aun como las proporciones de estos principios ocasionarian grandes diferencias que seria dificil calcular con precision, estas propiedades no podrian decir nada positivo. En cuanto al peso específico, debe tener mas importancia, puesto que depende evidentemente de la naturaleza íntima de los cuerpos y de las proporciones de los elementos que los componen. Ya hemos visto las precauciones que hay que tomar en este punto para no caer en error á causa de las variaciones que puede producir el sistema de agregacion de las partículas; sin embargo, este carácter no puede tampoco tener gran valor, porque frecuentemente no hay mas que diferencias muy pequeñas entre cuerpos muy distintos por su naturaleza. Seria inútil extendernos mucho para demostrar que la composicion química y todos los caracteres que se derivan de ella, son de muy alta importancia, y sin embargo, haremos notar que esta importancia no puede ser real en los casos de especificacion sino en tanto que las proporciones son determinadas por lo menos respecto á los cuerpos compuestos.

De este resúmen rápido resulta, que los caracteres de mayor valor para la especificacion de los minerales, son la forma ó la estructura regular, los colores propios y los fenómenos de refraccion, el peso específico y la composicion química, de donde se sigue, que se puede definir la especie mineral diciendo, que es la coleccion de los cuerpos que por la forma ó la estructura regular, los colores propios, el género y especie de refraccion, el peso específico y la composicion química, tienen entre sí analogías que no se encuentran en ninguna otra.

La especie es rigurosamente determinada siempre que se pueda reunir este conjunto de caracteres; pero como no sucede siempre que esta reunion se manifieste en los minerales que se han de examinar, se pregunta naturalmente cuáles son aquellos caracteres de primer valor, á que se debe dar la preferencia. Esta cuestion es imposible de resolver á priori, porque los caracteres que acabamos de citar, son propiedades de géneros enteramente diferentes, entre los cuales es por consiguiente imposible establecer relaciones de mas y menos géneros. En efecto, no se puede saber lo que hay de mas importante de la forma ó de la composion, etc. El único medio que hay en nuestro poder, es buscar cuáles son aquellas propiedades que se sostienen mas constantemente en los minerales y

que pueden, por consiguiente, servir para distinguirlos ó confundirlos en el mayor número de los casos.

Grado de permanencia de los caracteres mineralógicos. Estudiando con cuidado el grado de permanencia de los caracteres de primer valor que acabamos de citar, se reconoce que el que merece mas atencion, es la composicion química. En efecto, por mas importancia que parezcan tener las formas regulares y la exfoliacion segun el éxito con que Haüy, el primero de los mineralogistas, las ha empleado para establecer analogías ó diferencias que habian sido separadas ó reunidas erróneamente, no es menos cierto que no bastan para distinguir un cuerpo en todos sus estados, puesto que un gran número de circunstancias se puede presentar bajo formas y con estructuras que son producidas por agregacion ó por accidente. Es, pues, preciso recurrir á la composicion ó á caracteres que se derivan de ella para poder decidirse con alguna certidumbre, y los cristalógrafos mas exclusivos nos dan continuamente el ejemplo. En efecto, no es por la forma ó la exfoliacion por lo que en los sistemas cristalográficos, se hallan reunidos en una misma especie los mármoles sacaroideos ó compactos, las calcáreas fibrosas, la creta, y las tobas calcáreas, etc. con los cristales de espato calizo. No es la forma lo que hace distinguir las diversas clases de piedra de yeso fibrosas, sacaroideas, compactas, etc., de las piedras calcáreas á que se parecen; en fin, tampoco es la forma la que ha hecho establecer mas de veinte especies de sustancias minerales, que no se han encontrado nunca cristalizadas, y que no por eso dejan de ser consideradas como perfectamente distintas; pero hay mas, si los cuerpos se encontráran siempre perfectamente cristalizados, su forma no podria ser la única que sirviera para distinguirlos, porque hay un gran número que no se pueden confundir unos con otros, y que sin embargo se refieren idénticamente al mismo sistema de cristalizacion. Para poner ejemplos patentes, basta citar la sal marina, la sal amoniaco, el alumbre, los sulfuros de plomo y de hierro, los metales mas conocidos, como el oro, la plata, el cobre, etc. que todos se refieren al sistema de cristalizacion cúbica, y muchos dan tambien el cubo por exfoliacion. Se ha creido mucho tiempo y quizá un gran número de mineralogistas lo creen todavía, que esta semejanza de cristalizacion entre cuerpos evidentemente diferentes, no existia sino para las formas regulares de la geometría. En efecto, el sulfato de hierro, tiene evidentemente la misma forma que el sulfato de cobalto; el sulfato de magnesia tiene la misma forma que el sulfato de zinc y el sulfato de niquel; muchas sales dobles muy diferentes, presentan tambien formas enteramente idénticas ó bien formas tan próximas unas á otras, que es muy fácil confundirlas, sobre todo cuando se examinan á temperaturas diferentes.

Haremos observaciones análogas sobre las modificaciones que experimenta la luz, al pasar al través de los cuerpos; porque estos fenómenos exigen transparencia, una cristalizacion regular, y en una multitud de circunstancias los minerales son absolutamente opacos y cristalizados confusamente. Los colores propios se hallan frecuentemente disfrazados por colores accidentales, por el estado de agregacion de las partículas materiales, y ademas no se distinguen frecuentemente sino por matices que solo una larga costumbre permite reconocer. En fin, si recordamos lo que hemos dicho ya acerca del peso especifico, continuará siendo cierto que los caracteres sacados de la composicion química, son aquellos á que se debe atribuir mas importancia cuando se quiere comparar dos ó mas cuerpos á fin de saber si pertenecen á la misma especie; por lo general la naturaleza y las proporciones de sus partes constitutivas, son las que deciden la identidad ó diferencia que hay entre ellos. Partiendo de esto, es claro que la definicion mas exacta y al mismo tiempo mas sencilla de la especie, es la coleccion de los minerales de igual composicion, ó de los minerales formados de los mismos principios y en las mismas proporciones.

Esta misma definicion se obtiene por medio de un razonamiento muy sencillo. La nocion general de la especie en los tres reinos, es la coleccion de los individuos que por el conjunto de sus caracteres tienen entre sí analogías que no se encuentran en ningun otro. Para aplicar esta definicion al reino mineral, es preciso saber lo que se debe en tal caso entender por individuo. Ahora bien, mientras no se trata mas que de seres organizados, es fácil comprender la nocion del individuo; porque todos estos cuerpos presentan cierto número de partes que tienen cada una su forma, su tamaño, y cuyas posiciones relativas estan definitivamente determinadas; de donde resulta que no se puede dividir estos cuerpos sin destruirlos, y esto es lo que se indica con la palabra individuo. En el reino inorgánico, es mas difícil adquirir la idea de individualidad y aun se puede conseguir mientras se consideran estos cuerpos bajo el aspecto puramente físico. Esto depende de que ni la fuerza ni la estructura son esenciales á las sustancias inorgánicas que pueden ser divididas y subdivididas hasta lo infinito, sin dejar de ser siempre el mismo cuerpo y poseyendo una pequeña partícula, las mismas propiedades que el todo. Pero cuando se considera la cuestion bajo el aspecto químico, se adquieren ideas precisas del individuo. En efecto, en los cuerpos compuestos, por lo menos vemos que hay ciertas operaciones que no se pueden practicar sobre ellos sin destruirlos, sin dividirlos en partes heterogéneas; estas operaciones son, pues, los límites de su divisibilidad y por ellas los cuerpos se hacen individuos. De aquí resulta que el individuo mineralógico no puede ser mas que la reunion de cierto número de elementos en determinadas proporciones.

De aquí es fácil sacar la nocion de la especie. En efecto, individuos que tienen mas analogía entre sí que con los otros, no pueden ser sino cuerpos formados de los mismos principios; pero como estos principios pueden cambiarse en diversas proporciones, resulta de esto, que la analogía no es la mayor posible, sino en los cuerpos en que estas proporciones son idénticas. Asi, pues, la especie que debe ser la reunion de individuos mas sencilla posible, es necesariamente en mineralogia, la coleccion de los cuerpos formados de los mismos principios, y en las mismas proporciones.

Reflexiones sobre esta definicion. Esta definicion supone, á la verdad, que siempre se tienen los medios de determinar la verdadera composicion de un cuerpo, y desgraciadamente la química de los minerales, no está todavía bastante adelantada para que se pueda decidir con exactitud en todos los casos; pero las dificultades que se encuentran en los trabajos de análisis químicas, no pueden atacar en manera alguna las consideraciones que hemos expuesto, solamente muestran que aun no nos hallamos en estado de sacar todo el partido posible del único carácter que puede guiarnos en medio del dédalo de las especies y de sus numerosas modificaciones.

No debe creerse, sin embargo, que sea muy crecido el número de casos en que la análisis química deja incertidumbres; se pueden considerar como bien conocidos los cuerpos simples, los óxidos de los antiguos metales, sus diferentes sales, asi como las de las tierras alcalinas, la mayor parte de los sulfuros, y de los arseniuros simples, lo cual forma ya mas de los dos tercios de las sustancias minerales. El resto se compone en gran parte de cuerpos formados por los óxidos que por mucho tiempo se han designado con el nombre de tierras, y la naturaleza de estos cuerpos

se ilustra de dia en dia desde que se ha reconocido que la sílice hace en ellos las veces de ácido; hay ya un gran número de ellos que se deben considerar como bastante bien conocidos, y si existen incertidumbres sobre otros muchos, esto parece que depende de que las análisis no han sido hechas con todas las precauciones que hoy sabemos que son necesarias. Estas incertidumbres desapareceran ciertamente á medida que se puedan examinar nuevos cuerpos.

Comparacion de los caracteres físicos y químicos. Si no se pueden comparar entre sí bajo el aspecto de su mayor ó menor importancia los caracteres que estan tomados de propiedades de géneros diferentes, se puede examinarlos comparativamente bajo otro punto de vista; el de determinar hasta dónde pueden estar de acuerdo para establecer que haya analogía ó diferencia entre tal ó cual sustancia. Ahora bien, si estudiamos asi los caracteres sacados de la forma regular de las propiedades ópticas y de la composicion química, observamos que pueden ser frecuentemente colocados en la misma línea. En efecto, hemos hecho observar que la accion de los cuerpos sobre la luz, estaba en relacion con el sistema de cristalizacion; que habia identidad de accion en identidad de formas, y diferencia ya en el género, ya en la especie, siempre que las formas eran diferentes.

El conjunto de las comparaciones que han podido hacerse hasta aquí en la forma y en la composicion, nos demuestra tambien que con mucha frecuencia los minerales de la misma forma, estan compuestos de la misma manera, y que los minerales de formas diferentes estan compuestos diferentemente. Resulta de aquí, que estas tres clases de caracteres, los dos primeros sobre todo, pueden en algunas circunstancias suplirse mutuamente y conducir á los mismos resultados, es decir, que lo que se distingue por uno de estos medios, se distinguirá muchas veces por el otro. Pero si estos caracteres pueden ser algunas veces colocados en la misma línea, no debe creerse, sin embargo, que se puedan siempre emplear indiferentemente, porque como acabamos de verlo, no tienen todos el mismo grado de generalidad. Aquí sucede muy al contrario que en el reino orgánico, donde parece que se puede partir indiferentemente de una ó de otra de las grandes clases de órganos (los de la nutricion, reproduccion, etc.) y llegar á la misma clasificacion. En mineralogía, las clasificaciones hechas por la forma y por los fenómenos ópticos, serian enteramente idénticas; pero sin ser absolutamente opuestas á la clasificacion química, se separarian de ella, sin embargo, por ser menos completas. En efecto, un número bastante considerable de cuerpos que la química ha distinguido siempre y que cristalizan de la misma manera, se encontrarian necesariamente reunidos en una clasificacion hecha rigurosamente por las formas; asi se confundirian el fosfato y el arseniato de plomo, el sulfato de hierro y el sulfato de cobalto, las diferentes especies de alumbre, el cloruro de sodio, y el cloruro de potasio, etc., etc.

Otra circunstancia que se opone á la identidad de las clasificaciones físicas y químicas, es la propiedad que parecen tener los cuerpos de afectar varias formas diferentes, y que el método puramente químico reunirá siempre. Durante mucho tiempo esta diversidad de formas de un mismo cuerpo, no habia sido reconocida sino en una sola sustancia, en el carbonato de cal, una parte del cual se encontraba en romboedros y la otra en prismas rectos romboidales (aragonito); pero hoy le reconocemos en otros varios; en el sulfuro de hierro, que cristaliza ya en cubo (el sulfuro amarillo), ya en prisma romboidal (como el sulfuro blanco), y en un doble silicato de alúmina y sosa, que cristaliza ya en un prisma exágono regular, constituyendo la nefelina, ya en un dodecaedro romboidal constituyendo la lazulita. Nosotros mismos podemos provocar estas diferencias en nuestros laboratorios, como lo ha hecho Mitscherlich cristalizando el azufre á voluntad en prisma recto ó en prisma oblicuo, y como lo ha hecho Beudant con el nitrato de potasa, el nitrato de sosa, el sulfato de hierro, etc.

Dificultad que resulta de esta comparacion. Ahora se presenta una cuestion importante que resolver, á saber; si se debe seguir para la clasificacion de los cuerpos susceptibles de varias formas, la analogía que ofrecen los caracteres químicos, ó conservar la distincion establecida por la cristalizacion. Hay pruebas en favor de este último modo de ver y otras que militan en favor del primero. Si se atiende á que todo cambia en estos cuerpos con la forma, que los fenómenos de refraccion, el peso específico, la dureza, etc., no son los mismos, habrá que modificar como lo han hecho varios químicos célebres, la definicion de la especie que hemos dado anteriormente, añadiendo la condicion de que las partículas reunidas se hallan dispuestas entre sí de la misma manera. Pero ateniéndose al importante experimento que ha hecho Mitscherlich con el azufre, la opinion que se forma es muy distinta, porque los cristales que ha obtenido, pertenecen demasiado claramente al mismo cuerpo para que se pueda hacer de él dos especies distintas. No podemos menos de comparar, estos diferentes estados que un mismo cuerpo puede ofrecer á los del acero recocido, y el acero templado, á los del metal del *Tam-tam*, enfriado lentamente al aire ó súbitamente en el agua, al de la lágrima batávica y el cristal enfriado lentamente, al del fósforo enfriado gradual ó repentinamente, etc. En efecto, en estos diferentes cuerpos, los caracteres de dureza, de peso específico, las propiedades ópticas (que se pueden observar en la lágrima batábica), etc., en una palabra, la disposicion de las partículas, se encuentran enteramente diferentes en los dos estados.

Sin embargo, nadie ha tenido ni tendrá probablemente la idea de considerar metales dulces y metales templados, fósforo amarillo y fósforo dotado de color negro, ó el vidrio que ha caido sobre la arena y el que ha caido en gotas en el agua, como cuerpos diferentes. Con arreglo á estas consideraciones, nos parece que se debe conservar la definicion de la especie tal como la hemos dado, y que la diferencia de forma y por consiguiente la de peso específico, dureza, etc., no debe establecer mas que subdivisiones. No es inútil advertir que cuando estos cuerpos dejan de estar cristalizados regularmente ó por lo menos transparentes, las diferencias se desvanecen mas ó menos completamente y el carácter químico es aun el único que queda. No reuniremos, sin embargo, en la misma especie, cuerpos que afectan formas diferentes ó en general propiedades físicas diferentes, sino en el caso en que esté bien probado que estan compuestos de la misma manera; entonces formaremos sub-especies.

Dificultades que resultan de la mezcla de los cuerpos. Las mezclas, cualesquiera que sean, ocasionan siempre algunas dificultades en la aplicacion de la definicion que hemos dado de la especie y como hemos dicho, solo por repetidas análisis, por el estudio mineralógico del cuerpo, y de sus diferentes asociaciones, se llega á reconocer lo que encierra de esencial y lo que es accidental. Pero las mezclas químicas que son verdaderas combinaciones, ofrecen mas dificultades sobre todo cuando se forman entre sustancias de la misma fórmula. En efecto, por una parte, la combinacion de estos cuerpos puede verificarse en todas proporciones y por otra hay muchos ejemplos que indican que debe verificarse en proporciones definidas; naturalmente se pregunta cuales son los medios que tenemos de distinguir estos dos casos y cuando

hay mezcla en proporciones ilimitadas, cómo se puede referir el cuerpo á tal ó cual especie.

1.° *Reconocer si hay especie ó mezcla.* La solucion de esta dificultad es una de las mas embarazosas que puede haber; porque en ella está la cuestion de saber si hay especies en el reino mineral ó no existen mas que individuos; puede decirse que es en rigor imposible, porque todo lo que puede hacerse es trazar artificialmente límites hasta los cuales se admitirá la especie y dentro de los cuales no se veran mas que simples mezclas. Para esto recordemos lo que se entiende hoy por proporciones definidas; estas son para las sustancias naturales las proporciones que se presentan constantemente en un gran número de análisis hechas sobre ejemplares de localidades diferentes y que ofrecen relaciones simples de un átomo á uno, dos, tres, cuatro, etc., y mas rara vez de dos átomos á tres, de tres á cuatro, etc.; estos números son los que se pueden tomar por límites; se admitirá especie siempre que haya constancia y simplicidad de relaciones, y al contrario, se adoptará que hay mezcla siempre que no se encuentre, ni esta constancia, ni esta simplicidad. Asi se hará una especie distinta del doble carbonato de cal y magnesia, en el cual se encuentra constantemente un átomo del primero en un átomo del segundo; quizá deberan tambien hacerse otras especies de diferentes reuniones de estos dos cuerpos ó de algunos otros que sean isomorfos, en los cuales se encuentran dos átomos de carbonato de cal con un átomo de carbonato de magnesia, reemplazado á veces en parte por carbonatos de manganeso y de hierro. Por el contrario, se deberan considerar como mezclas, las reuniones que no presentan constancia alguna en los diferentes ejemplares y en los cuales las relaciones son mas complicadas, tales como tres átomos de carbonato de cal, cinco átomos de carbonato de hierro, trece átomos de carbonato de manganeso y muchos otros que varian hasta lo infinito. Si no posee mas que un solo análisis y se observan en él relaciones simples, será prudente aun esperar á menos que ofrezca algunas particularidades determinantes para ver si las relaciones se sostienen constantemente, de otro modo se correria el peligro de tomar por una combinacion definida, una mezcla que por una casualidad se habria encontrado en el ejemplar analizado en proporciones convenientes.

Este es el único modo de salir de la dificultad que presenta la cuestion propuesta. No se crea que es mas fácil salvarla admitiendo la especificacion cristalográfica; porque las mezclas de los cuerpos de la misma fórmula en cualquiera proporcion que tengan lugar hacen siempre variar los ángulos proporcionalmente, por consiguiente seria preciso establecer límites que frecuentemente no tendrian otras bases, sino la idea particular de cada mineralogista. Solo las consideraciones atómicas pueden ofrecer bases ciertas á la cristalografía, asi para no salir de los ejemplos anteriores, si se admite el ángulo de 105°5' para el carbonato de cal mas puro y el de 107,°25' para el carbonato de magnesia, las consideraciones atómicas nos daran por caracteres cristalográficos del doble carbonato compuesto de un átomo del uno y un átomo del otro el ángulo de 196,°15'. Del mismo modo veremos que las mezclas de cinco átomos con dos, y 19 con 5, deben tener por medidas 105°45', 105°34' 10'' y que por consiguiente se encuentran entre dos especies definidas: pueden ser colocados con la una ó con la otra; con la primera como carbonato de cal magnesífero ó con la segunda como doble carbonato de cal y de magnesia calcífero.

Podriamos poner otros ejemplos tomados de un gran número de cuerpos, como de los que se designan con los nombres de piroxeno y anfibol, en que se notan las mismas variaciones de ángulos aunque sean menos sensibles.

2.° *Hallar el lugar de una mezcla entre las especies.* Las mezclas de la materia de la misma fórmula que se observan tan frecuentemente entre las especies minerales, ocasionan mucha incertidumbre acerca del lugar que se las debe asignar en el método; parecen aun á primera vista trastornar la definicion de la especie, y en efecto, una reunion de cuerpos formados de los mismos principios y en las mismas proporciones no parece que puede admitir estas combinaciones en proporciones ilimitadas. Pero aquí sucede precisamente como en los mestizos de los reinos orgánicos en que su existencia no ha podido producir dudas acerca de la definicion de la especie; en efecto, el mulo y el burdegano ó macho romo, por ejemplo, no pueden impedir que se considere al asno y el caballo como especies distintas que tienen solamente bastante analogía para poder crùzarse de todas maneras; del mismo modo en mineralogia, las mezclas por mas variadas que puedan ser, nunca impediran considerar la una y la otra de las sustancias reunidas como especies perfectamente determinadas. En cuanto al lugar de estas mezclas, es preciso aun seguir la regla que se observa en las demás partes de la historia natural, donde se colocan los mestizos como apéndice junto á la especie con que han conservado mas analogía y que en el órden natural debe siempre ser vecina de aquella que les ha impreso mas ó menos su tipo; esto quiere decir, que en mineralogia, la mezcla debe ser colocada cerca de la especie cuyas proporciones dominan, y que para seguir el órden natural debe ser vecina de aquella que se halla mezclada en mayor ó menor cantidad; no puede haber dificultad sino en el caso en que los cuerpos mezclados se hallan en partes casi iguales, en este caso se puede colocar la mezcla donde se quiera, y el cuerpo es entonces un ser flotante entre las especies reales que contiene. Es bastante notable que la mayor parte de las especies que debemos hacer entrar en la clasificacion no estan establecidas de otra manera puesto que como hemos visto es únicamente raro que las sustancias minerales sean puras. Todos nuestros cuidados en la discusion de un análisis tienen por objeto descubrir la composicion de los cuerpos dominantes; si se halla que este cuerpo se refiere á una especie establecida, se le coloca junto á esta especie; sino se refiere á ninguna especie conocida se forma una nueva para colocarla en el método; si sucede todavía que se reconoce una mezcla de especies desconocidas, se deja con razon de formar una especie particular que no es mas que el apéndice de los cuerpos que se podran encontrar en adelante en estado de pureza.

De las variedades de la especie. En el reino mineral como en todas las demás partes de la historia natural, la especie se subdivide en variedades; pero aquí no puede haber ninguna dificultad y por otra parte cada cual es dueño de añadir ó quitar. Estas distinciones estan fundadas en la diversidad de las formas regulares que se derivan de un tipo determinado en las formas alteradas, en las formas accidentales, en las formas confusas, etc., en las diversas clases de estructuras, laminosa, bacilar, fibrosa, granugienta, compacta, esquistosa, hojosa, etc., etc.; en los grados de transparencia y opacidad; en los colores simples ó jaspeados; en los grados de tenacidad, de flexibilidad; en el olor; en las mezclas químicas de diversas clases; en el sistema de formacion; en el yacimiento en las materias minerales diseminadas; en la naturaleza de los restos orgánicos contenidos en una sustancia, ó sobre los cuales está modelada esta sustancia, etc. Sin duda hay diferentes grados de importancia en estas variedades; pero todas deben ser tomadas en consideracion en una coleccion mineralógica; pero debe cuidarse de no atribuir á ciertas variedades una importancia tal que sus detalles hagan perder de vista las otras.

Del género en mineralogía. Acabamos de definir la especie mineral, y no creemos que quede mucho por decir sobre esta materia; pero para completar la clasificacion hay que tratar de reunir las especies en géneros, los géneros en familias y si es posible las familias en clases. Estas reuniones presentan todavía dificultades y aunque se haya intentado muchas veces vencerlas, no parece que se ha conseguido aun; la causa debe estar sin duda en las bases que se han adoptado hasta aquí y que parece no pueden conducir sino á métodos enteramente artificiales.

El género debe ser la reunion de las especies que tienen mas analogía entre sí que con todas las demás; este es el principio general del método natural en todos los reinos; pasemos ahora á determinar en qué deben fundarse las reuniones de las especies minerales para que sean lo mas conformes posible á todas las analogías.

En primer lugar puesto que las propiédades físicas no son suficientes para caracterizar la especie, es evidente que su reunion en géneros no puede fundarse sobre estos caracteres, y que es preciso recurrir á las analogías químicas. Ahora bien, es imposible establecer comparacion alguna entre especies cuya naturaleza seria enteramente diferente; asi pues no se puede pensar en reunir en géneros, mas que las especies en que existe uno ó varios principios químicos comunes. Todo el mundo parece estar de acuerdo en este punto; pero ¿por cuál de sus principios constituvos deben aproximarse las especies para formar géneros? ¿Por el electro-positivo, ó por el electro-negativo? De la resolucion de esta dificultad depende todo el edificio de la clasificacion, y no es indiferente elegir uno de los principios mas bien que otro, para formar una distribucion natural; es decir, un órden tal, que las especies mas análogas por todos sus caracteres, sean tambien las que esten mas próximas.

Esta cuestion, que conduce á saber, cual es en un cuerpo compuesto la parte mas importante, ha sido hasta ahora mas bien cortada que resuelta. Los mineros que por su estado, han debido dedicarse mas que otros al estudio de los minerales, han considerado naturalmente los cuerpos que eran objeto definitivo de sus trabajos como mas importantes que todos aquellos de que tenian que desembarazarlos. Han considerado los metales usuales, la plata, el cobre, el plomo, el hierro etc. como mas importantes que los diferentes principios que los mineralizaban; en esto han sido imitados por los primeros mineralogistas sistemáticos que han formado cada uno de los metales conocidos por base de un grupo en el cual han reunido todas las modificaciones ó minas de un mismo metal. Desde entonces siempre se han seguido los mismos errores; todos los metales que han sido sucesivamente descubiertos, han sido considerados como las materias mas importantes en los compuestos en que se encontraban solo porque eran metales y tenian asi analogías con aquellos cuyo valor real habia fijado la atencion de los primeros mineralogistas. En fin la fuerza de la costumbre y las aplicaciones directas de la mineralogia al arte de las minas, han conducido en todos los casos á considerar el principio modificado como de mas importancia que el modificante, aunque en lo general no haya razon alguna para atribuir mas valor real á uno que á otro. No se ha fijado bastante la atencion en la diferencia que debia haber entre la mineralogia considerada en sí misma, y la mineralogia aplicada á las artes; se ha admitido la misma clasificacion para todos los casos siendo asi que se necesitaba una clasificacion particular para cada uno de ellos.

He aquí ciertamente la marcha de las ideas desde los primeros momentos en que se trató de los minerales, hasta nuestros dias; de aquí se sigue que la importancia atribuida á uno de los componentes, de tal ó tal mineral, ha sido establecida ya inmediatamente, ya por comparacion sobre el valor comercial de las primeras sustancias que se han empleado en las artes; pero ¿ es esto lo que debe guiar la clasificacion en la mineralogia considerada como ciencia? Es claro que estos valores ideales no son nada en la naturaleza y que la importancia de un cuerpo no puede ser bien juzgada sino por la extension del papel que desempeña en el sistema general de la cosas creadas.

Ahora bien, examinando los cuerpos bajo este nuevo punto de vista, casi se llega á considerar como mas importantes aquellos que por el contrario habian sido considerados hasta ahora por los mineralogistas como de muy poco valor. En efecto los cuerpos electro-negativos ó cuerpos modificantes que comprenden el carbon, el oxígeno, el azufre, los diferentes ácidos que pueden formar etc. etc., son los que desempeñan evidentemente el mayor papel en la naturaleza: estos son los principios eminentemente activos, sin ellos no existirian cuerpos compuestos y todo el reino mineral se reduciria á los cuerpos simples que conocemos; la química misma se reducia casi á la nada. Los cuerpos electro-positivos ó cuerpos modificados por el contrario son por lo general como seres pasivos y mas particularmente aun, aquellos á que se habia atribuido mas importancia como el oro y la plata, que han servido de término de comparacion á todos los demás. No son mas importantes en nuestros laboratorios, que en la naturaleza misma, y quizá si existieran solos serian tambien de muy corta utilidad en los usos de la vida.

Resulta claramente de estas consideraciones que los principios electro-negativos son los que deben ser tomados por base de la reunion de las especies en géneros. No solo este sistema de clasificacion es mas razonable, sino que presenta la importante ventaja de aproximar realmente unas á otras las especies que tienen entre sí mas relaciones por todos los demás caracteres como lo exige la definicion del género natural. En efecto, reuniendo por ejemplo en un solo género todos los carbonatos, se encuentran tantas analogías de forma, de estructura, y en fin de manera de ser en general, entre las diferentes especies que resultan de la diversidad de las bases, que estas especies han sido y son frecuentemente confundidas unas con otras por sus caracteres exteriores. Nada hay mas análogo en efecto que los carbonatos de cal, de zinc, de hierro, de manganeso etc., cuyas formas cristalinas pertenecen todas al sistema romboédrico que dan por la exfoliacion romboedros casi idénticos, cuyas formas y estructuras irregulares, refraccion, dureza, etc., son casi las mismas. Los sulfatos, se hallan casi absolutamente en el mismo caso, como se ve por la analogía que existe entre los sulfatos de plomo, de barita etc.; entre los sulfatos de zinc, de magnesia y de niquel; entre los sulfatos de hierro y de cobalto, los de cobre y manganeso etc. Los sulfuros ofrecen tambien un sin número de analogías. Pero la importancia de este modo de reunion se conoce aun mas en el género de los silicatos. Todo lo que era mas confuso en los antiguos métodos se hace perfectamente claro; todas las objeciones de los cristalógrafos contra los resultados de la química desaparecen; porque los cuerpos, que eran objeto de ellas, se hallan naturalmente colocados unos al lado de otros, y pueden á voluntad ser considerados como un grupo de especies muy análogas por todos sus caracteres exteriores ó como una misma especie; tales son por ejemplo los granates. Añadamos que los géneros formados de esta manera, facilitan de una manera sorprendente la clasificacion de las mezclas de los cuerpos de la misma fórmula que en este caso se hallan siempre naturalmente entre las especies puras, cuya reunion las constituye, del mismo modo que los mestizos de los reinos

orgánicos se hallan entre las especies cuyo cruzamiento los ha producido. La reunion de los géneros segun los principios electro-positivos no presenta ninguna de estas ventajas, porque partiendo de una base no se encuentra analogía alguna entre las diferentes especies que resultan de la diversidad de los principios electro-negativos. En efecto formando por ejemplo el género *Calcio*, es imposible hallar analogía alguna entre los cloruros, fluoruros, carbonatos, sulfatos, nitratos, tungstatos, titanatos y silicatos de esta base que formarian entonces otras tantas especies, y es absolutamente imposible clasificar las mezclas que resultan por lo general de la reunion de sales de diversas bases.

Disposicion de las especies en los géneros. Se debe fácilmente comprender que en géneros numerosos no es indiferente colocar tal ó cual especie junto á tal ó cual otra, y que en general se debe procurar agrupar aquellas que tienen entre sí, mayor analogía. Pero para efectuar estos agrupamientos de una manera conveniente seria preciso poder disponer las especies en series ramificadas, reticuladas; porque disponiéndolas en series lineales, como lo exige una obra ó un curso en que es necesario seguir el órden de las ideas, es imposible dejar de romper mas ó menos las analogías. Sin embargo, no por esto conviene disponerlas á la ventura y hay todavía algunas reglas que no es inútil establecer. Lo mas importante sin duda es aproximar tanto como sea posible los compuestos de igual fórmula, sin cuidarse de la naturaleza de las bases; porque estos son los cuerpos que bajo todos aspectos tienen entre sí mayor analogía y entonces se forman en el género divisiones que son muy útiles. En efecto, los cuerpos de igual fórmula, tienen casi siempre formas análogas ó formas idénticas, y en general se parecen mucho por todos los caracteres exteriores. Estos cuerpos son los que se forman mas frecuentemente y se observa muy á menudo que se hallan tambien en el mismo yacimiento general. En el género de los silicatos es especialmente útil tomar en consideracion esta clase de analogías. Asi haciendo una division de los silicatos á base de cal, otra de los silicatos á base de hierro, una tercera de los silicatos á base de manganeso, lo que parecia al pronto muy natural, se romperian las relaciones mas importantes que existen entre las especies. Por el contrario se conservan ó se establecen estas relaciones, siempre que se toman las fórmulas por guia. Asi, es muy natural colocar una tras de otra, la grosularia, la almandina, la melanita, etc. que han constituido en otro tiempo la especie granate, y que son dos silicatos isomorfos de la misma fórmula, porque tienen entre sí todas las analogías posibles, y su reunion forma un grupo muy importante; lo mismo sucede con la tremolita, y la actinota que han constituido la especie anfibol, la sahlita, la hedembergita, la jeffersonita que han constituido la especie piroxena, la ortosa y la albita que han constituido la especie feldspato, y á continuacion de las cuales se colocan naturalmente otras varias especies que se habian confundido en el mismo grupo etc. Esta clase de disposicion de las especies son tan importantes que Berzelius las ha considerado como género en el grupo de los silicatos; muchos naturalistas han participado de este modo de ver, aunque otros se han contentado con indicar las divisiones que estos cuerpos formaban en el cuadro de las especies designándolas sin embargo con el nombre de sub-géneros para hacerlas resaltar mejor. En efecto, no parece conveniente erigirlas aun en géneros por una parte en razon á que son poco numerosas, y que entonces se hallarian como perdidos entre los demás silicatos que seria necesario dejar reunidos, no sabemos bajo qué denominacion; por otra parte, como es necesario ser consecuente, se deberia, adoptando estos géneros, considerar cada una de las fórmulas de sal doble que se conocen como el tipo de un género semejante en que podrian en lo sucesivo existir muchas especies diferentes. Hay mas: como la analogía se hace tambien notar en las sales simples que se dividen asimismo en varios grupos de fórmulas, seria necesario aun formar otros tantos géneros como fórmulas diferentes pudieran encontrarse. El género sulfato ofreceria aun muchas mas sub-divisiones y se encontrarian hasta lo infinito en todas las obras; entonces no habria mas que géneros en el método mineralógico que no presentaria mas que un cuadro hecho á priori esperando las especies. Sin duda este es ya un inconveniente; pero existe todavía otro; porque varias sustancias que no difieren entre sí sino por las proporciones en los mismos elementos químicos, y que tienen por lo demás entre sí mucha analogía, se encontrarian por consiguiente muy separadas unas de otras á menos que solo se admitiera el principio en parte como Berzelius, lo cual seria realmente una falta de filosofía natural. En fin admitiendo todos estos géneros, no bastaria indicarlos vagamente porque serian inútiles y en realidad no se comprende como se les podia caracterizar. Por estas consideraciones se han hecho géneros mas extensos y si algun dia el número de las especies exigiera que se admitiesen estas clases de subdivisiones, el cuadro de las especies no sufriria cambio alguno, puesto que cada una de ellas se encuentra en su lugar natural; no habria mas que hacer en ellas divisiones y cambiar la palabra géneros en la de familias y la de familias en la de clases.

De las familias en mineralogia. Despues de haber reunido las especies en géneros, hay que tratar de agrupar los géneros en familias y para formar las familias, es necesario siguiendo el principio natural de los clasificaciones naturales, reunir los géneros que tienen entre sí mas analogía. Ahora bien, si para la formacion de las especies y de los géneros no se han podido emplear las propiedades físicas, es claro que aun se podran emplear menos para el establecimiento de las familias; es pues necesario recurrir á los caracteres químicos, y estos caracteres producen necesariamente un principio comun en los géneros, puesto que seria imposible comparar químicamente cuerpos completamente diferentes por la naturaleza de sus elementos. Pero aquí se presentan dificultades de diversos géneros; en primer lugar si se imagina reunir los géneros en familia, solo con arreglo al principio electro-negativo, nada se puede conseguir, no pudiendo en efecto existir dos géneros de compuestos que tengan el mismo principio electro-negativo, porque entonces formarian realmente uno solo, de donde se sigue que todo lo que se podria hacer entonces seria reunir ciertos compuestos cerca del elemento que desempeñan en ellos el papel electro-negativo; es decir, reunir por ejemplo los sulfuros con el azufre, los arseniuros con el arsénico, los antimoniuros con el antimonio, los telururos con el teluro, los hidrargiuros con el mercurio etc.; todos los géneros de sales quedarian necesariamente aislados á no ser que se les colocara á continuacion de un ácido, en cuyo caso seria necesario desmembrar el género formado por la reunion de los cuerpos oxigenados (óxidos y ácidos), lo cual es otro inconveniente, y aun asi no se formarian nunca mas que parejas de géneros; ahora bien, es evidente que no son estos pequeños grupos, incapaces de extenderse por los progresos de la ciencia, lo que se debe considerar como familias, y compararlas á las familias naturales de los otros reinos.

No se adelanta mas si se pretende en vista de estas dificultades tomar los cuerpos electro-positivos por bases de las diferentes clases de reuniones. En efecto, es necesario en primer lugar cambiar los géneros que en este caso no presentan ya como hemos visto, nada que pueda hacerlos considerar como naturales, y hecho este cambio absurdo se tropieza con dificultades

mayores aun que las precedentes porque entonces no se encuentran mas que géneros aislados que en la mayor parte de los casos, es imposible reunir de dos en dos.

Es pues necesariamente de otra manera como hay que formar las familias, y ante todo desechar la idea de un principio único determinado á priori para servir de base á la reunion de los géneros; es preciso limitarse simplemente á admitir un principio químico comun sin especificar que sea electro-positivo ó electro-negativo y tomarle solamente de tal manera que haya la mayor analogía posible entre los géneros que se reunen. Veamos como esto puede hacerse: el azufre y los sulfuros van perfectamente juntos; es un cuerpo simple y despues el mismo cuerpo haciendo las veces de principo electro-negativo. Despues de estos dos géneros se presentan naturalmente los sulfatos que encierran un principio comun á los otros dos, y ofrecen por esto mismo un carácter químico fácil de apreciar, teniendo por lo demás analogía con los sulfuros, puesto que cada uno de ellos puede ser considerado como un sulfuro oxidado; seria por otra parte imposible encontrar otro lugar á este género porque cualquiera otro junto al cual pudiera colocarse, no tendria con él, la menor de las analogías que él tiene con los anteriores. Pero los sulfatos llevan necesariamente el ácido sulfúrico tras de sí, y por consiguiente el ácido sulfuroso, de modo que en definitiva se agruparan naturalmente juntos, *el azufre, los sulfuros, el ácido sulfúrico y los sulfatos*; esta reunion de todas las sustancias que contienen azufre y en que este cuerpo es ya electro-negativo, ya electro-positivo, tiene la ventaja de poder ser caracterizada bastante claramente para que nunca se pueda errar en la aplicacion del carácter á la reunion de los cuerpos que le pertenecen.

Haciendo razonamientos análogos se reunen tambien el *carbono*, los *carburos*, el *ácido carbónico*, los *carbonatos* y los *carbonitos*, el *arsénico*, los *arseniuros*, el *ácido arsenioso*, los *arseniatos* y los *arsenitos*, la *sílice* y los *silicatos*, el *óxido titánico*, los *titanatos* y los *sílico-titanatos* etc. etc. El único inconveniente real de estas reuniones, es la desmembracion del género formado por los cuerpos oxidados que una vez empezado parece que deberia continuar; porque seria ridículo dejar subsistir un resto de género. Sin duda esto es un resultado lamentable; pero sin embargo mucho menos de lo que pudiera creerse al pronto; porque el género óxido es casi imposible de caracterizar; pero queriéndole evitar se cae en un inconveniente aun mas grave. En efecto, para ser consecuente no hay en este caso mas que un partido que tomar, y es formar un grupo de cuerpos simples, un grupo de compuestos no oxigenados, un grupo de compuestos oxigenados simples y un grupo de sales comprendiendo los hidratos. Ahora bien, no solo seria este entonces el método mas artificial posible, sino que ademas si hubieran de admitirse tales grupos seria imposible caracterizarlos de una manera general.

Habiendo asi de clasificar los cuerpos oxidados cerca de un elemento electro-positivo, se les deben reunir necesariamente los óxidos hidratados que tienen cada uno de ellos mas analogía con el óxido anhidro que entre sí; por consecuencia, es necesario tambien desmembrar el género hidrato; pero en este punto debemos observar que si se conservara un género hidrato en el método, seria necesario colocar en él las sales hidratadas; ahora bien, estas sales se encontraran entonces separadas de las sales anhidras, con las cuales, sin embargo, tienen mas analogía que entre sí. Este último inconveniente nos parece bastante grave para que en todos los casos se deseche el género hidrato.

Por todo lo que precede se ve, que la reunion de los géneros en familias ofrece grandes dificultades; pero no se crea que dependen del estado actual de la ciencia, ó que no se ha encontrado aun el verdadero modo de considerarla; tienen otra causa, y cualesquiera que sean los progresos de la mineralogia, cualesquiera que sean las consideraciones que puedan hacerse, estas dificultades no desapareceran, sino para ser reemplazadas por otras; dependen de la necesidad que hay de formar en un curso, en un libro ó una coleccion, series lineales que son siempre artificiales é interrumpen siempre mas ó menos las relaciones. En el caso presente, si en lugar de formar familias se reunieran los cuerpos simples y los diferentes cuerpos compuestos, en un cuadro susceptible de leerse en diferentes sentidos, se verian desaparecer todas las anomalías, al mismo tiempo que se descubririan todas las analogías; basta para realizar este hecho disponer los cuerpos simples y los géneros de compuestos como en el cuadro siguiente :

Géneros ó especies de cuerpos simples.	Género de compuestos no oxigenados.	Género óxido con sus especies.	GENERO HIDRATO. De óxidos.	GENERO HIDRATO. De sales.	Género de sales anhydras.
		Alúmina.	Hydrato alumínico (gibsita).		aluminatos.
		Sílice.	Hydrato silícico (ópalo)	Silicato hidratado.	silicatos de diveras fórmulas.
			Hydrato bórico (ácido bórico cristalizado).		boratos. borosilicatos.
Carbono.	Carburos.				
	Oxicarburos.	Acido carbónico.		Carbonatos hidratados.	Carbonatos de diversas fórmulas.
				Carbonitos hidratados.	Nitratos.
Azufre.	Sulfuros.				
	Oxisulfuros.	Acido sulfuroso.	Acido sulfúrico-hidratado.	Sulfatos hidratados.	Sulfatos.
	Fluoruros.				
	Cloruros.				
	Yoduros.				
	Seleniuros.				
Teluro.	Telururos.				
Arsênico.	Arseniuros y sulfo arseniuros.	Acido arsenioso.		Arseniato hidratado.	Fosfatos. Arseniatos.
Antimonio.	Antimoniuros.	Oxido antimónico.			Arsenitos.
		Acido antimónico.	Acido antimonioso hidratado.		
		Oxido de estaño.			
		Oxido de zinc.			
Bismuto.		Oxido de bismuto.	Magnesia hidratada.		
Mercurio.	Hidrargiuros.				
Plata.		Oxido plumboso.			
		— plumbico.			
		— manganoso.			Manganatos.
		— manganico.			
Hierro.		— ferroso.			Ferratos.
		— ferroico.			
		— cuproso.			
		— cuprico.			
		— cobáltico.			
Paladio-Platino.		— uranoso.	Hidrato de óxido de urano.		
Oro.	Aururos.	— cromico.			Cromitos. Cromatos. Tungstatos. Molibdatos.
		— titánico.		Titanatos, silicio-titanatos.	Titanatos. Tantalatos.

Este cuadro presenta las diferentes columnas, la serie de los cuerpos simples naturales, la de los géneros de compuestos no oxigenados, las diferentes especies del género *óxido*, del género *hidrato*, y en fin, de los diferentes cuerpos oxigenados. Leyendo cada columna en particular de arriba á bajo, se encuentran los cuerpos de cada serie colocados con cierto órden de analogía que daremos á conocer mas adelante; pero leyendo horizontalmente las palabras que forman línea en las diferentes columnas, se encuentran otras analogías entre los diferentes géneros, ó entre las especies de los géneros óxido é hidrato. Si el cuadro estuviera ramificado, se podria todavía leyendo en diferentes sentidos, hacer conocer otras relaciones, y se tendrian asi todas las analogías. Pero para encontrarlas en todo su conjunto seria necesario leer á un tiempo en todos sentidos. En el cuadro presente, hay que leer á un tiempo en el sentido horizontal y vertical, y como no es posible hablar ó escribir, ni arreglar colecciones en varios sentidos á un mismo tiempo, es necesario optar entre las diversas analogías para formar una serie lineal, que por esto mismo es siempre un poco artificial; todo lo que puede hacerse es elegir el sentido en que menos se rompan relaciones importantes ó relaciones de las mas próximas. En el caso de la disposicion anterior, el sentido horizontal es evidentemente el que menos interrumpe las relaciones próximas, porque el sentido vertical da simplemente los grupos de cuerpos simples, de cuerpos no oxigenados, de cuerpos oxigenados simples, de cuerpos oxigenados complejos ó hidratos que es imposible caracterizar de una manera general. La lectura en el sentido horizontal da precisamente las familias que hemos adoptado como las menos artificiales posibles.

Desde el momento en que se conviene en formar las familias reuniendo los géneros que tienen un principio comun, cualquiera que sea su estado, nada es mas fácil que caracterizarlas y designarlas. Respecto á este último caso, se tomará el nombre del principio que sirve de punto de union; asi el grupo que comprende el azufre, los sulfuros, el ácido sulfuroso y los sulfatos, será para nosotros la familia de los *sulfúridos*; llamaremos familia de los *antracidos* ó de los *carbónidos*, al grupo que comprende el carburo, los carburos, el ácido carbónico, los carbonatos, y los carbonitos; del mismo modo formaremos las familias de los *arsenidos*, de los *silicidos* de los *titanidos*, etc. Es claro que las propiedades del cuerpo que forma el tipo de una familia, serviran para caracterizarla.

Modo de agrupar las familias. Una vez establecidas las familias, es claro que no se pueden reunir indiferentemente entre sí como si se tomaran una tras de otra á la ventura; debe existir cierto sistema de reunion mas natural que otro y esto es lo que se necesita buscar. Pero aquí se presenta una dificultad mayor que en la formacion de los géneros ó de las familias; en ambos casos se ha encontrado en los cuerpos un principio comun que ha podido servir de punto de afinidad; pero aquí no puede suceder lo mismo, puesto que cada familia, tal como hemos podido formarla, tiene por tipo un cuerpo diferente. Es evidente que tampoco se pueden tomar por base los caracteres exteriores, puesto que ni aun han podido servir para la formacion de los grupos menos elevados, por consiguiente no tenemos mas medios que averiguar si existen algunas relaciones entre los diferentes cuerpos simples que cada familia comprende en uno ó en otro estado. Estos cuerpos son:

Aluminio.	Boro.
Antimonio.	Carbono..
Azoe.	Cloro.
Bismuto.	Cromo.
Cobalto.	Fósforo.
Cobre.	Fluor.
Hierro.	Platino.
Hidrógeno.	Selenio.
Iodo.	Silicio.
Magnesio.	Azufre.
Manganeso.	Tántalo.
Mercurio.	Teluro.
Molibdeno.	Titano.
Oro.	Tungsteno.
Osmio.	Urano.
Paladio.	Zinc.

Vemos, pues, como el conjunto de las propiedades que presentan estos cuerpos, puede servir para disponerlos entre sí. En esta investigacion nos apoyaremos en gran parte en una memoria de Ampere que tiene por objeto la clasificacion de los cuerpos simples.

Para presentar de una manera mas clara las relaciones que queremos dar á conocer, partiremos del silicio. Fácilmente estableceremos que este cuerpo tiene por una parte gran analogía con el tántalo, el titano, el tungsteno, el molibdeno, y por otra, con el boro, el carbono, etc. En efecto, el silicio combinado con el oxígeno y por consiguiente en estado de sílice, hace en la naturaleza el papel de un ácido insoluble que entra en una multitud de combinaciones; los óxidos de tántalo, de titano, de tungsteno y de molibdeno se hallan en el mismo caso, y los primeros forman tambien sales pétreas ó vítreas que tienen por algunos caracteres exteriores bastante analogía con los silicatos. Todos estos óxidos se combinan con la potasa y la sosa, y forman la mayor parte sales solubles de que se separan en forma pulverulenta por la accion de un ácido. El silicio presenta analogía con el boro y el carbono por la propiedad que tienen todos tres, de formar con el hierro compuestos análogos al acero, y por esto se hallan tambien en relacion con el fósforo y el arsénico aunque se diferencian mucho de ellos bajo otros puntos de vista. El boro y el silicio se combinan los dos con el fluor y de esta combinacion resultan cuerpos gaseosos capaces de hacer el papel de ácido.

Tambien se encuentra analogía entre el silicio y el aluminio, y afectan formas muy aproximadas; por otra parte la alúmina hace algunas veces el papel de ácido y da entonces orígen á cuerpos petrosos bastante análogos á los silicatos. Tambien parece que puede reemplazar á la sílice en algunas circunstancias y formar aluminatos, isomorfos quizá con los silicatos y susceptibles de mezclarse con ellos en todas proprociones.

Sentado esto, pasemos á los otros cuerpos. El titano presenta analogías bastante marcadas con el estaño; porque en el estado de óxido estos dos cuerpos cristalizan de la misma manera, ambos en prismas de bases cuadradas de igual dimension y la analogía se sostiene hasta en las mezclas. Estos dosóxidos hacen igualmente las veces de ácidos y los dos en el estado de peróxido son insolubles en diferentes ácidos que los separan de sus sales. Al lado del estaño se coloca el antimonio que tiene analogía con él, no solo por su color, sino mas aun por sus óxidos, la mayor parte de los cuales son ácidos, y por sus cloruros, que hacen como los del estaño, el papel de ácido. El antimonio, llama naturalmente cerca de sí al arsénico, otro metal ácido, que forma como él, óxidos volátiles. Es imposible no ver tambien una analogía bastante marcada entre el arsénico y el teluro; porque estas dos sustancias son volátiles en estado metálico y en estado de óxido, y ambas se combinan con el hidrógeno formando gases permanentes. El selenio presentando proporciones análogas, viene á unirse naturalmente á estos cuerpos, á los cuales se parece ademas por la propiedad de dar un olor particular por la combustion, lo

cual no se encuentra en el osmio. Este último cuerpo presenta tambien los mismos caracteres de volatilidad y de combinacion con el hidrógeno; pero difiere de los anteriores por la propiedad de formar disoluciones coloreadas, lo que le une ademas con una serie de sustancias de que hablaremos mas adelante.

Estos últimos cuerpos no pueden ser separados del cloro, porque por una parte esta sustancia tiene alguna analogía de olor con el osmio, y por otra tiene la propiedad de combinarse con el hidrógeno como el selenio, y formar tambien un cuerpo que hace las veces de ácido. El fluor, no puede menos de ser colocado al lado del cloro, porque tiene necesariamente propiedades análogas; el yodo que se ha descubierto tambien en el reino mineral es en cierto modo intermedio entre el selenio y el cloro. Pero puesto que tratamos de las sustancias que son susceptibles de formar hidrácidos, hay que añadirles el azufre, único de los otros cuerpos que tiene tambien esta propiedad. No hemos hecho notar todavía que si el arsénico tiene mucha analogía con el teluro, tiene quizás mas aun con el fósforo, por una parte por el olor particular producido por la combustion; por otra por la propiedad de formar con el hidrógeno, compuestos gaseosos de un olor análogo, insolubles en el agua, é incapaces de hacer las veces de ácido, en fin, por la propiedad de formar con el oxígeno ácidos sólidos que actuan casi del mismo modo con los reactivos, y que combinándose con los óxidos producen sales isomorfas susceptibles de mezclarse en todas proporciones.

Ninguno de los otros cuerpos que sirven de tipos á las familias minerales puede ser intercalado entre los que acabamos de indicar; pero se aproximan todos á los grupos anteriores, y los unos á los otros por diferentes caracteres. El cromo tiene evidentemente cierta analogía con el molibdeno: despues de los cuerpos que hemos indicado, es el que produce mas fácilmente ácidos por su combinacion con el oxígeno. El urano presenta tambien propiedades ácidas en su peróxido, lo que se encuentra igualmente en los peróxidos de hierro y de manganeso; estos dos últimos metales se aproximan ademas por muchas propiedades análogas en sus óxidos y en sus sales, y por su frecuente reunion y sustitucion recíproca en los cuerpos náturales. El cobalto se parece al hierro por la propiedad magnética que goza y que despues no se encuentra sino en el niquel; los óxidos de oro y de platino presentan aun hasta cierto punto las propiedades ácidas, y estos dos cuerpos tienen entre sí y con el paladio la propiedad comun de formar fácilmente sales dobles con la potasa, la sosa, el amoniaco, cuando son disueltos en agua régia. El cobre, se parece tambien al maganeso en que estos dos cuerpos pueden formar sales de la misma fórmula que tienen mucha analogía en sus formas. En fin, todos estos cuerpos tienen la propiedad de formar disoluciones coloreadas, lo cual los une entre sí y tambien con el molibdeno, el tungsteno, el titano y el tántalo.

Hablando del estaño hemos dado á conocer ya varios cuerpos que no se puede menos de colocar unos junto á otros; pero se puede llegar por este metal á una serie diferente; así no se puede menos de ver la analogía que existe entre este cuerpo, el zinc y el bismuto, estos combinándose con el cloro, producen compuestos que tienen propiedades del mismo género que los cloruros de antimonio y de estaño; es decir, que son como ellos susceptibles de desempeñar hasta cierto punto el papel de ácido; el zinc tiene tambien cierta analogía con el estaño por la circunstancia de que su óxido saturando bastante bien los álcalís posee por consiguiente, respecto á estas bases las propiedades ácidas, mientras que se une á los cuerpos que le siguen por la cualidad de hacer muchas veces como ellos el papel de base. A continuacion de estos dos metales se colocan naturalmente, el mercurio, la plata y el plomo, cuyos óxidos poseen la propiedad de saturar la cal y la barita, y que se aproximan sin embargo mas y mas á las bases salificables alcalinas: el óxido de plomo tiene una alcalinidad muy pronunciada en su óxido amarillo. Todos estos cuerpos tienen ademas la propiedad comun de no producir mas que disoluciones blancas en los ácidos.

El magnesio, único cuerpo metálico de que nos queda que hablar como tipo de familia, se une por una parte con el plomo, por la alcalinidad de su óxido, y por otra con el zinc por ser los dos óxidos isoformos, como lo prueban los sulfatos, carbonatos y aluminatos de estas bases. Tampoco forma mas que disoluciones blancas con los ácidos.

Si estos diferentes cuerpos se relacionan unos con otros y por consecuencia con el estaño, se debe observar que se unen tambien á muchos de aquellos de que hemos hablado anteriormente. En efecto, la magnesia y el óxido de zinc, se relacionan con los protóxidos de manganeso, de hierro y de cobalto que son bases sumamente salificables isomorfas entre sí, y con las dos anteriores á las cuales por consiguiente sustituyen en las combinaciones.

Debemos tambien hacer notar que la alúmina, cuya relacion con la sílice hemos manifestado, presenta tambien una analogía marcada con esta nueva serie en la circunstancia de que hace unas veces el papel de ácido y otras el de base y que sus disoluciones que se verifican fácilmente en todos los ácidos, son tambien siempre blancas. Como los cuerpos de la última serie, la alúmina, se relaciona igualmente con la serie anterior; porque los peróxidos de hierro y de manganeso son isomorfos con la alúmina y la reemplazan en diferentes combinaciones.

Ya solo nos resta hablar del ázoe y del hidrógeno que son los cuerpos mas difíciles de clasificar. No se puede establecer la analogía de estos cuerpos, sino con el azufre y el carbono, y aun estas afinidades son mucho menos marcadas que las que hemos citado ya. El hidrógeno, el carbono y el ázoe parecen tener sobre todo analogía entre sí por su igual afinidad con el oxígeno y por el papel que hacen todos tres, en la composicion de las materias orgánicas. El hidrógeno y el carbono tienen de comun ademas, el que se combinan con el ázoe y forman compuestos gaseosos: el amoniaco y el cianógeno. El ázoe y el azufre se aproximan uno á otro por la propiedad de formar bases salificables combinándose con ciertos cuerpos; por ejemplo, la combinacion del ázoe con el hidrógeno, forma el amoniaco, uno de los cuerpos mas salificables y se conocen varios sulfuros que hacen el papel de álcalis en algunas combinaciones.

Por lo dicho se ve, que en la serie de los cuerpos que acabamos de citar se pueden formar diferentes grupos cuyas partes tienen entre sí, bastantes analogías, fundadas en un conjunto bastante notable de propiedades y que todos se unen ademas por ciertas relaciones; pero tambien debe comprenderse que para conservar estas relaciones no se puede reunirlos sino en series ramificadas de que es una muestra el cuadro siguiente:

Azotidos. Sulfuridos
Fluoridos
Hidrogenidos Cloridos
Iodidos
Antracidos Osmiidos
Selenidos
Boridos Fosforidos Teluridos

Arsenidos.
Aluminidos. Silicidos Antimonidos
Tantalidos Estannidos. »Zincidos«.

Titanidos Bismutidos
Tungstidos Hidrargiridos
Molibdidos Argiridos
Cromidos Plumbidos
. »Magnesidos«

Auridos Uranidos
Platinidos Cobaltidos
Paladidos Sideridos
Cupridos». Manganidos«.

Disposicion lineal de las familias. El cuadro anterior presenta con corta diferencia el agrupamiento natural de las familias, y es ciertamente el único que puede hacerse hoy, si se admiten familias en series lineales; pero despues de haber establecido así las relaciones, es preciso para llegar á describir y sobre todo á clasificar los minerales en coleccion, empezar por una de las familias y seguir despues cierto órden para hablar de ellas ó clasificarlas una despues de otra. Ahora bien, este órden necesario de discurso ó de disposicion determina inevitablemente una serie lineal y por consiguiente aun artifical; todo lo que puede hacerse, es, elegir la serie que interrumpa lo menos posible las relaciones.

Sin duda hay varias maneras de leer en el cuadro ramificado para describir las familias una despues de otra, como lo exige el órden natural del discurso ó el arreglo de una coleccion, y cada cual es casi dueño de empezar por donde le acomode. Sin embargo, es claro que entre todas las maneras posibles hay unas que se separan menos que otras de las relaciones naturales y estas son indudablemente las que se deben preferir. Ahora bien, examinando todas las maneras de extender el cuadro anterior en serie lineal, parece que la menos artificial posible, es la siguiente:

Silicidos,	Argiridos,
Boridos,	Plumbidos,
Antracidos,	Aluminidos,
Hidrogenidos,	Magnesidos.
Sulfuridos,	——
Fluoridos,	Manganidos,
Cloridos,	Sideridos,
Iodidos,	Cobaltidos,
Osmidos,	Cupridos,
Selenidos,	Uranidos
Teluridos,	Paladidos,
Fosforidos,	Platinidos,
Arsenidos.	Auridos,
——	Cromidos,
Antimonidos,	Molibdenos,
Estanidos,	Tungstidos,
Zincidos,	Titanidos,
Bismutidos,	Tantalidos.
Hidrargiridos,	

Esta serie lineal que parece la menos artificial, es enteramente independiente de todas las divisiones que se pueden establecer en ella; puede permanecer entera sin ningun inconveniente, y es quizá lo mejor que se puede hacer en ella; pero tambien se pueden hacer tantos cortes como se quiera sin cambiar nada en las relaciones establecidas, y por consiguiente sin hacerla mas y menos artificial. Ahora bien, como es bastante cómodo tener divisiones en una larga serie de cuerpos, se puede dividirla en tres grupos, como lo hemos indicado por la disposicion. Hecho esto, hay que buscar caracteres para cada uno de estos grupos; ahora bien, estos caracteres se establecen todos por las analogías que hemos indicado y no hay mas que recordarlas; pero desde que estas analogías han sido demostradas, una vez para siempre basta caracterizar el grupo, elegir un carácter que sea comun á todas las familias que comprende, y este carácter no necesita ser de un gran valor, puesto que no es él el que determina las aproximaciones, y no sirve mas que para distinguir un grupo de otro.

Segun estas reflexiones, se puede observar en el primer grupo de los silicidos á los arsénidos, los cuerpos que sirven de tipo á las familias tienen todos de comun, que son gaseosos, y pueden producir gases permanentes combinándose ya con el oxígeno, ya con el hidrógeno, ya con el fluor, y algunas veces con todos. El nombre de *gasolitos*, imaginado por Ampere, le caracteriza perfectamente.

El segundo grupo ofrece tambien dos caracteres que son comunes á todos los cuerpos que sirven de tipos á las familias que existen en él; el uno es negativo, y consiste en que estos cuerpos no forman gases permanentes; el otro es positivo y consiste en que no forman mas que disoluciones incoloras con los ácidos; el nombre de *leucolitos* (disoluciones blancas) expresa este último carácter.

Finalmente, el tercer grupo, presenta tambien caracteres comunes á todos los cuerpos tipos que comprende, uno negativo, que consiste en que ninguno de ellos forma gases permanentes, y otro positivo, que consiste en que sus disoluciones en los ácidos, son colereadas; el nombre de *croicolito* (disolucion coloreada) expresa este último carácter.

No es inútil hacer notar, que los tres caracteres expresados por las palabras gasolitos, leucolitos y croicolitos, no son enteramente absolutos; en efecto, la propiedad de ser gaseosos ó formar gases permanentes, no está reducida al tipo de las familias que constituyen el primer grupo, puesto que se reconocen indicios de volatilidad en algunos óxidos de las otras series; pero no es á la temperatura ordinaria como en la primera. Se observa tambien que si los tipos de las familias del segundo grupo, dan en gene-

ral disoluciones blancas, hay algunos, sin embargo, que en ciertas circunstancias las dan ligeramente coloreadas. Del mismo modo, si los cuerpos que sirven de tipos á las familias del tercer grupo, dan en general disoluciones coloreadas, hay varios que á cierto grado de oxidacion, dan disoluciones blancas; pero estas anomalías no son aquí muy importantes, porque no se trata mas que de una indicacion general, y no de establecer separaciones absolutas, que no pueden fundarse sino sobre el conjunto de los caracteres, y que lo estan en efecto asi, en los tres grupos.

No debe encontrarse mas dificultad aquí en esta clase de indicaciones características, que en las demás partes de la historia natural, donde existen anomalías del mismo género en las indicaciones características de las grandes divisiones, sin que nadie vea en ello otra cosa que un ligero inconveniente producido por la necesidad de abreviar los caracteres.

Tales son las consideraciones que parecen justificar la formacion de las especies, su reunion en géneros, la de los géneros en familias, y aun la disposicion natural de estas familias, asi como sus divisiones en tres clases. En ella se sigue el camino de una sana lógica; sin embargo, el cuadro de clasificacion que de ella se desprende, quizá puede no ser considerado como perfecto; en él se encuentran algunos vacíos, algunas incoherencias, y sin duda sufrirá grandes cambios á medida que se extiendan los conocimientos mineralógicos positivos; pero creemos tambien que sus bases subsistiran y que se mejoraran sin destruirlas.

Observaciones. Varias veces se ha hecho la reflexion de que el número de sustancias minerales, era tan poco considerable, que no merecia la pena de clasificarlas; que cada cual podia disponerlas á su manera, y que hasta el presente cualquier método era bueno. Estas aserciones son indudablemente erróneas: en primer lugar, el que las sustancias sean poco numerosas, no es una razon para despreciar las relaciones que tienen entre sí para estudiarla como aficionado, limitándose sus caracteres á la verdad fáciles de apreciar, pero muy propios para embrollarlo todo, como sucede necesariamente cuando no se hace mas que reunirlos á la ventura. Por otra parte, si el número de las sustancias minerales, es poco considerable, es precisamente porque durante mucho tiempo se la ha tratado con esa ligereza que se quisiera aun conservar, y que no es, á la verdad, un medio de ensanchar el dominio de la ciencia. Este número aumenta todos los dias, aun en términos de hacer creer que la mineralogia llegará bajo este aspecto, á la altura de las otras partes de la historia natural, luego que se examinen las sustancias con mas precision, y no hablemos de esa multitud de especies que se forman todos los dias por los caracteres exteriores, y que hay necesidad de reelegir entre las inciertas, sino solo de las que estan fundadas en buenas análisis y en proporciones químicas definidas. Creemos que la adopcion de un método mas natural que pueda deducirse del conjunto de los hechos conocidos, es un medio infalible de conducir á nuevas investigaciones, ya para establecer las analogías que pueden faltar aun, ya para llenar los claros que entonces se observan, y que no pueden manifestarse de otro modo. Un método cuando está fundado en analogías importantes, no es solamente un medio de ayudarnos en el reconocimiento de los cuerpos, sino tambien la clave de una multitud de descubrimientos que nunca producirian los métodos empíricos.

Nomenclatura de las especies. Antes de abandonar las consideraciones relativas á los métodos mineralógicos, no será inútil decir alguna palabra acerca de la nomenclatura que adoptaremos. Cuando se reflexiona sobre este punto, la idea que se presenta naturalmente, es la de seguir la nomenclatura química; y en efecto, nada hay mas conveniente en cuanto á la denominacion de los géneros; pero en cualquier otra nomenclatura, los seres deben ser designados por dos nombres, nombre de género, y nombre de especie: asi sucede en la botánica y en la zoologia, y asi debe suceder en la mineralogia. Ahora bien, cuando se quiere aplicar la nomenclatura química á la especie, se observa bien pronto, que si parece convenir en ciertos casos, presenta en otros dificultades insuperables. En efecto, mientras no se trata mas que de compuestos simples, se puede indicarlos perfectamente en el lenguaje químico que se halla bastante en armonía con el lenguaje de la historia natural; asi nada es mas conforme con la nomenclatura imaginada por Linneo, y adoptada generalmente, que las palabras *cuadri-sulfuro ferrico, bi-sulfuro cuprico, bi-sulfuro plumbico*, etc., ó bien *silicato ferroso* ó *bi-ferroso, silicato ferrico* ó *bi-ferrico*, etc. que indican combinaciones de azufre y hierro ó cobre, etc. de sílice y de proto-óxido ó per-óxido de hierro, al mismo tiempo que dan las relaciones atómicas de los componentes. Sin embargo, se observan ya algunos inconvenientes; por una parte los nombres específicos son aqui adjetivos, cosa que se procura siempre evitar en historia natural, á fin de poder emplear estos nombres sustantivamente; por otra las expresiones que acabamos de citar, son ya bastante largas, y ademas poco agradables para descripciones en que el nombre se repite sin cesar por las modificaciones de los nombres genéricos y específicos con las preposiciones, bi, tri, cuadri, etc. Estos inconvenientes son mucho mas marcados cuando los compuestos se complican; asi, cuando una sal contiene agua, es preciso añadir ademas el epíteto hidratado, y decir, por ejemplo, silicato ferroso hidratado, silicato bi-ferrico hidratado, ó bien, si se quiere, silicato hidro-ferroso, ó hidro-bi-ferrico, etc., lo cual ni es mas sencillo, ni mas corto.

Resulta de aquí que en un gran número de casos es imposible seguir la nomenclatura química, ó mas bien no puede existir nomenclatura química. Es preciso recurrir entonces á cualesquiera nombres univocos y como la mayor parte de las sustancias minerales han recibido nombres particulares no hay sino adoptarlos como nombres específicos y unirlos al nombre del género.

No puede haber duda alguna acerca de la necesidad de obrar de este modo en el caso de los compuestos complicados; pero ¿hay necesidad de usar otras expresiones que las de uso en química, cuando se trata de compuestos mas sencillos? Creemos que la cosa es igualmente evidente. En efecto, si la naturaleza se limitara á compuestos muy sencillos, como los que formamos en nuestros laboratorios, no habria razon alguna para formar una nomenclatura particular; así las expresiones carbonato calcico, carbanato baritico, son tan sencillas como cualquiera otras; pero expresiones tales como bi-sulfato, hidro-ferroso, sulfato hidro-bi-férrico, etc., son ya mas complicadas, y lo serian mucho mas si llegaran á descubrir muchas especies formadas de los mismos elementos, y que se diferenciaran entre sí por la proporcion de agua, lo cual está en el órden de las cosas posibles y existe ya respecto al último de los que hemos citado; seria necesario expresar estas relaciones y se caeria todavía en frases que no podrian evitarse sino poniendo un nombre particular al compuesto. Ahora bien como seria una confusion intolerable seguir tan pronto la nomenclatura química, tan pronto cualquiera otra, es mas sencillo mas claro y mas regular, tomar en todos casos un nombre específico univoco que valdrá siempre mas que las modificaciones de un epíteto por las preposiciones *mono-bi-tri*, etc. Asi en los ejemplos que hemos citado es mas conveniente decir: *carbonato calcareo, carbonato witerita, sulfato caparrosa* ó

melanteria, *sulfato pitizita*, etc., sirviéndose de los nombres de calcárea, witerita, caparrosa ó melanteria y pitizita, que se han dado particularmente á estas materias.

De estas consideraciones se deduce, que en todos casos se debe tomar un nombre unívoco para designar una especie, y que cada especie mineral debe llevar un nombre semejante. Este nombre debe poder unirse fácilmente al del género y ser tal que se pueda usar á voluntad sustantivamente por esta conclusion que es obligada por la naturaleza misma de las cosas, nos pone en la necesidad de entrar en una discusion que se convierte en pura cuestion de palabras, y que por esto mismo tiene algo de desagradable, y á pesar de todo podrá parecer ociosa. Muchas sustancias minerales, que son verdaderas especies, como el silicato-trimanganésico (manganeso octaedro de San Marcelo, etc.) el silicato hidro-manganoso, el bi-carbonato-ferroso, el bi-carbonato zíncico, el simple carbonato hidro-zíncico, el sulfuro cupro-argéntico; etc., y nunca han recibido otras denominaciones que las que están sacadas de su composicion. Muchas otras sustancias no tienen mas que nombres extranjeros, muchas veces difíciles de retener, y sobre todo de pronunciar por nosotros, tales como por ejemplo; *Kupferglanz*, *buntkupfererz*, *sprœdglanzerz*, *nickelspielglanzerz*, etc., etc. Otros tienen nombres que podemos fácilmente pronunciar; pero que no son unívocos, y que presentan ademas algo de extraño, como alumbre de pluma, plata córnea, plata roja, etc. Es indudable que hay necesidad de dar nombres á los unos, buscar nombres de nuestros idiomas para los otros, y cambiar las denominaciones vulgares de los últimos.

No concluiremos este asunto sin decir aun una palabra acerca de los nombres que se deben adoptar con preferencia. Siempre que una sustancia posee uno que es unívoco fácil de pronunciar, y creemos que se debe conservar escrupulosamente cualquiera que él sea y que se necesitan siempre mayores razones para cambiarle.

En los nombres que hay que formar convendria en lo posible evitar los nombres significativos que se derivan de algunas ideas teóricas, porque algunos que convienen hoy á ciertas especies, mañana seran absurdos, porque las teorías habran cambiado; esto es lo que sucede, por ejemplo, á la palabra piroxena (extraño al fuego) formada con arreglo á una idea particular de Dolomieu, y que hoy es muy mala porque se piensa absolutamente lo contrario; lo mismo sucede con otras infinitas, cuya etimología conviene olvidar. Los nombres insignificantes podrian ser los mejores, mas tienen otro inconveniente, porque por la misma razon que ellos no indican nada que tenga relacion con el mineral á que son aplicados, vendrian á ser muy difíciles de clasificar en la memoria. Vemos, pues, que hay que evitar esos escollos, y para conseguirlo hay que tomar el nombre de alguna propiedad inherente al cuerpo, y que sea independiente de toda especie de teoría; por ejemplo, los nombres de *euclasa* (que se rompe fácilmente) *axinita* (que tiene forma de hacha) *esfena* (que tiene forma de cuña) etc., son muy buenos porque expresan propiedades de los cuerpos, que las teorías no pueden cambiar.

El primero recuerda la facilidad con que la sustancia se exfolia, lo cual la distingue al instante de la esmeralda, con la cual por otra parte tiene bastantes analogías. El segundo recuerda los cristales delgados muy cortantes y parecidos al hierro de un hacha que la sustancia afecta ordinariamente; finalmente el tercero expresa tambien una propiedad análoga. Desgraciadamente hay pocos nombres en mineralogía que hayan sido hechos con el mismo acierto; con mucha frecuencia se han fundado en observaciones tan fútiles que es como si no expresaran nada, y gracias que no representen á veces una idea falsa. Sin embargo no es necesario que la propiedad de donde se toma el nombre, sea muy importante, basta que recuerde alguna cosa constante que no se refiera indiferentemente á un gran número de cuerpos; puede ser positiva ó negativa, expresar un hecho mineralógico ó un uso en las artes, una oposicion ó comparacion á un objeto cualquiera, etc. Los nombres de localidades son bastante buenos hasta cierto punto, porque recuerdan á lo menos un hecho de mineralogía geográfica, el lugar en que se ha encontrado el mineral por primera vez, donde existe en abundancia, etc.; pero de aquí resultan frecuentemente pleonasmos ó contrasentidos bastante extravagantes en las indicaciones de las diferentes localidades en que se encuentra el mismo cuerpo, como por ejemplo, *vesuviana* (piedra del Vesuvio) del Vesuvio; *vesuviana* del Tirol, *vesuviana* de los Estados-Unidos, etc. Los nombres de hombres tienne la gran ventaja ya de recordar el autor del descubrimiento del mineral, ó de una materia que contiene, ó de alguna de sus propiedades importantes, ya de ser un homenaje permanente á algun sabio distinguido, pero es raro que puedan formarse de otro modo que añadiendo las terminaciones, *ita* ó *lita*, y hay ya tantos nombres que terminan así, que resulta una monotonía fastidiosa en la nomenclatura.

Vemos, pues, cuán difícil es imaginar un nombre conveniente, y ya no sorprenderá encontrar un gran número de ellos muy malos, y sobre todo muy poco armoniosos en la serie de las especies. No se puede recomendar demasiado como accesorio agradable de la ciencia el elegir nombres sonoros de entonaciones y terminaciones variadas, y sobre todo que no tengan nada de extravagantes. Finalmente es esencial observar que no se deben dar nombres sino ó las sustancias bien caracterizadas como especies cuya composicion se conoce, y cuyo lugar en el método se puede fijar con exactitud. Son necesarias grandes razones para determinarse á dar nombre á un cuerpo que hasta nueva órden debe quedar en un apéndice entre las especies dudosas, y de que no saldrá quizá sino para ser una simple variedad de una especie ya conocida.

Es realmente lamentable que se haya así aplicado la mayor parte de los nombres de los sabios más distinguidos á cuerpos que no se han podido estudiar sino de una manera muy vaga, muchas veces en particular imperceptibles ,y que no se sabe donde colocarlos á falta de datos positivos.

PARTE CUARTA.

Modo de existir las sustancias minerales en la naturaleza ó yacimiento.

CAPITULO PRIMERO.

NOCIONES PRELIMINARES.

Los detalles que hemos dado ya, nos han enseñado á conocer las diferentes propiedades de los minerales, á servirnos de ellas para distinguir las especies y sus variedades, y para establecer una clasificacion en que las familias, los géneros y las especies, se hallen caracterizadas de una manera positiva, y colocadas en el órden mas conforme posible á todas sus analogías; pero no basta haber estudiado las sustancias minerales bajo el aspecto de sus propiedades físicas ó químicas, ó haberlas clasificado metódicamente, es preciso conocer ademas su manera de existir en la superficie del globo, sus diferentes géneros de asociacion, la manera cómo estan distribuidas en nuestros continentes, etc., lo cual constituye la parte mas importante de su historia. Este género de investigaciones se relaciona mucho con la geologia ó mas bien no es en realidad mas que una parte de ella, pero no teniendo por objeto mas que los minerales simples, no ocupándose sino accidentalmente de las grandes masas, la mayor parte compuestas, que constituyen la superficie del globo, no elevándose á ninguna de las consideraciones relativas á la forma de las montañas, á su degradacion, á su estructura, á su modo de formacion, etc., se halla reducida á límites muy estrechos y no es mas que el complemento de la mineralogia descriptiva.

Las especies minerales ó sus variedades, se encuentran en la superficie del globo de diferentes maneras; algunas, en pequeño número, constituyendo por sí solas montañas, y aun cordilleras de montañas ó sus capas, masas, y filones, cuya extension suele ser muy grande; otras se encuentran solamente en pequeñas partículas diseminadas acá y allá en los grandes depósitos, ó tapizando las hendiduras y las cavidades. Pero antes de dar á conocer las sustancias que afectan estos diferentes modos de ser, es preciso definir algunas palabras como tambien dar algunos detalles sobre las diferentes clases de las masas que componen la superficie terrestre.

Definiciones de las capas. Se llaman *capas ó bancos* las masas minerales mas ó menos gruesas, cuyas dos caras son sensiblemente paralelas y que á veces se extenderian indefinidamente en longitud y en anchura, sino estuvieran accidentalmente limitadas por escarpados y por los lados de los valles y cuencas en que se han depositado las materias. Unas veces son horizontales, otras inclinadas, otras planas y otras torcidas ó dobladas en zigzag.

En una capa se distingue su inclinacion y su direccion. La inclinacion es el ángulo que su plano forma con el horizonte, al cual se añade la designacion del punto hácia que baja. Asi se dice, que tal capa está inclinada en tal ó cual grado, y baja al Este, al Oeste, etc.; ó simplemente que baja hácia tal punto bajo tal ángulo. La direccion de una capa es la de una línea horizontal trazada sobre su plano; indicar la direccion es señalar los puntos del horizonte hácia donde se dirige esta línea. Se debe notar que formando ángulo recto la inclinacion y la direccion, se puede siempre deducir la primera de la segunda; asi decir que una capa baja al Este ó al Oeste, es indicar tácitamente que se dirige al Norte ó al Sur. Al tomar la inclinacion y la direccion de una capa se hace abstraccion de las sinuosidades del mismo modo que al indicar la direccion de un rio, se hace abstraccion de sus vueltas.

Definicion de las masas. Con el nombre de masas se designan depósitos de materias que no se han extendido indefinidamente como las capas, sino que por el contrario se hallan envueltas del todo ó en parte por materias de un género distinto, y forman montones mas ó menos irregulares, redondeados, ovales ó lenticulares. Estos últimos que suelen hallarse situados entre dos capas de rocas horizontales ó inclinadas, han sido considerados muchas veces como capas, distinguiéndolas con el nombre de *masas tendidas*. Las primeras por el contrario estan comunmente situadas en el interior de las montañas, cuya masa no está dividida en capas, y aun en el espesor de una capa.

Hay masas que son sumamente voluminosas, de muchos miles de piés cúbicos; pero las hay mucho mas pequeñas y si se quisiera designar con la misma palabra maneras de ser muy semejantes para las cuales se usan denominaciones particulares, se podria decir que hay masas del tamaño de un puño y hasta del de un guisante.

De los nidos, riñones y núcleos. Las masas pequeñas que se encuentran en el espesor de las capas toman los nombres de nidos, riñones ó núcleos. Estas voces son casi sinónimas y con mucha frecuencia se usan indiferentemente una por otra; sin embargo, el nombre de nidos se aplica mas particularmente á masas pequeñas de materias desmoronadizas, cuya forma es muy irregular: el nombre de riñones se aplica á las pequeñas masas sólidas, cuya forma es mas ó menos redondeada, á veces extrangulada en diferentes puntos y cuyo volúmen es por lo general menor que el del puño; en fin se llaman núcleos, masas muy pequeñas generalmente sólidas, que tienen por lo comun la forma de una almendra, casi nunca estan extranguladas y parecen en muchos casos haber sido modeladas en cavidades preexistentes; por esta última consideracion se designan con el nombre de núcleos las materias sólidas ó terrosas que se han modelado en el interior de las conchas.

De los filones. Se da el nombre de filon á masas minerales aplanadas, cuyas dos superficies no son paralelas, y que por consiguiente terminan en cuña á mayor ó menor distancia. Estas masas no se extienden paralelamente á las capas de las montañas en que se encuentran, por el contrario las cortan en un sentido que se aproxima siempre poco ó mucho á la vertical, atravesando asi muchas veces varias capas de naturaleza diferente. Algunas veces los filones se hallan desviados en su camino y siguen durante algunos instantes; otras veces se dividen en varias ramas, etc. La materia que los forma es ordinariamente distinta en un todo de la masa que atraviesan, ó por lo menos presenta caracteres particulares.

Esta manera de existir que afectan varias sustancias, pero que por mucho tiempo se ha observado particu-

larmente en los metales usuales, puede en general dar la idea de hendiduras hechas en la masa del terreno posteriormente á una consolidacion, y cuyos vacíos se habrian llenado bien inmediatamente ó bien despues de un transcurso de tiempo mas ó menos largo. Apenas puede haber duda respecto á la primera parte de esta asercion, porque alrededor de nuestros filones se encuentran pruebas irrecusables del movimiento del terreno; en efecto sucede frecuentemente que de una y otra parte de la hendidura, las capas no estan en el mismo plano y parece que una de las partes ha hecho un movimiento de rotacion sobre la otra; casi siempre se reconocen tambien las señales de este movimiento y las de un movimiento de traslacion de arriba abajo, de manera que las capas de la misma naturaleza no se corresponden. En cuanto á haberse llenado las hendiduras, claro es que ha sucedido pues que la masa existe; pero es difícil adoptar definitivamente una idea sobre la manera cómo se ha verificado. Algunas observaciones parecen indicar que ha sido á veces por arriba y sobre todo en los filones cuya parte mas ancha se encuentra en la superficie del terreno; en algunos casos se puede tambien sospechar que se ha verificado por medio de un líquido que tenia las materias principales en disolucion y podria acarrear accidentalmente diferentes restos; esto es lo que se infiere por la presencia de los cantos rodados y de los restos orgánicos que se han observado en algunos de estos depósitos. En otros casos por el contrario es forzoso admitir otras ideas; en efecto, muchos filones tienen su mayor anchura hácia la parte inferior y van estrechándose hácia la superficie del terreno; de donde resulta que la hendidura se ha hecho de dentro á fuera, y por consecuencia no ha podido llenarse sino por la inyeccion interior de una materia que estaba necesariamente en fusion y cuya masa ha cristalizado.

Por medio de esta hipótesis se explican mucho mas fácilmente que por la otra todas las particularidades que presentan los filones; la alteracion de la roca en estas paredes; la cristalizacion de las diversas materias que se hallan entremezcladas; las cavidades tapizadas de cristales que se encuentran en ella, y en fin una multitud de accidentes pequeños. Por ejemplo: se encuentran con bastante frecuencia cristales grandes de ciertas sustancias que tapizan las paredes de las cavidades del filon, y cuyas caras interiores se hallan salpicadas de cristales pequeños de sulfuro, arseniuro, etc., de que no hay apariencia en las caras que miran hácia arriba; ahora bien, nada hay mas sencillo que esta circunstancia en la segunda hipótesis, porque estos pequeños cristales pueden ser considerados como el resultado de una sublimacion producida por el calor de las partes no solidificadas todavía, cuyas materias han debido depositarse en la parte inferior del primer obstáculo que encontraron. Esta circunstancia misma puede ser presentada como prueba del orígen ígneo de los filones metalíferos.

En los filones deben distinguirse las materias principales que los llenan y las materias accesorias; estas estan dispuestas irregularmente en la masa de las primeras, en cristales, en riñones, en granos, en venas etc., etc., ó bien alternando por pequeñas capas con ellas ó en fin, se encuentran en las cavidades donde ellas tapizan las paredes. En los filones metalíferos las partes no metálicas que suelen formar la masa principal del depósito, toman el nombre de *ganga*, expresion tomada de una palabra alemana *gang* que significa tambien filon; del mismo modo algunas veces se les ha denominado *matrices* segun la idea antigua de que los metales engendraban en medio de ellos.

Se fija la posicion de los filones como la de las capas por el ángulo de inclinacion, y el punto del horizonte hácia el cual bajan, de donde se deduce la direccion.

De las venas. Lo que las masas y los filones nos presentan en grande, las venas nos ofrecen mas en pequeño; se denominan *venas* las pequeñas masas largas y estrechas, simples ó ramificadas, tanto derechas como retorcidas que se encuentran en el espesor de las capas, de las masas y de los mismos filones, y les atraviesan en todas direcciones. En los unos se han reconocido todos los caracteres de pequeñas hendiduras que se han llenado de diferentes maneras; en los otros por el contrario, no se puede ver otra cosa que pequeñas masas, cuya formacion es necesariamente contemporánea de aquellas que las contienen. Los caracteres mas palpables que conducen á formar idea de las hendiduras rellenas, se sacan de la posicion relativa de las partes de roca situada sobre los costados de la vena; se ve que los ángulos salientes del uno corresponden á los ángulos entrantes del otro, y cuando las masas son de una estructura estratoidea, sucede que la direccion de las capas es muy diferente de la de los costados, como si una de las partes hubiese hecho un movimiento de rotacion sobre la otra; algunas veces los diferentes estratos no se encuentran al mismo nivel y parece que una de las partes se ha deslizado sobre la otra como lo hemos visto ya en los filones; otras veces los fragmentos extraños y los restos orgánicos que la roca contiene, se hallan á su vez divididos por la vena, lo cual evidentemente no puede haberse hecho sino por medio de una hendidura. Pero no siempre se encuentran estas clases de caracteres, y examinando las venas, se las llega á considerar como masas pequeñas contemporáneas de ciertas materias que se han cristalizado en medio de algunas otras mas ó menos diferentes y de una manera análoga como hemos dicho al jabon jaspeado; los mármoles veteados no son otra cosa. Unas veces la materia de la vena es de naturaleza diferente de la de la masa en que se encuentra; esto se verifica siempre en las verdaderas hendiduras, y por lo general forma fibras perpendiculares á las paredes de la hendidura; otras veces por el contrario, la materia es de la misma naturaleza que la masa, y solo se diferencia por la estructura ó por el color; esto se observa frecuentemente en los mármoles, porque las venas son en ellos de la misma naturaleza que el fondo, y únicamente sucede que son laminosas mientras que el fondo es compacto, ó blancas mientras que el fondo es colorado, ó puras mientras que el fondo está mezclado con una materia extraña, ó vice-versa de donde resulta, como en el jabon, una diferencia de cristalizacion.

Estado de diseminacion. Se dice que una sustancia se halla diseminada cuando está dispersa en cristales, en pajitas, en glóbulos etc., en masas minerales simples ó en depósitos compuestos de que no forma parte esencialmente. No deben confundirse estas diseminaciones que son en cierto modo circunstancias accidentales con ciertas reuniones de sustancias que constituyen masas de una extension inmensa donde se hallan uniformemente entremezcladas como en los granitos y otras muchas rocas análogas; en este caso, las sustancias son las partes constitutivas esenciales de las rocas que se llaman rocas compuestas y que pueden contener accidentalmente nidos, cristales, pajillas etc., de otras diferentes materias que pueden únicamente llamarse diseminadas.

Edades relativas de los depósitos. La division de las grandes masas en capas sobrepuestas unas á otras conducen necesariamente á admitir depósitos de diferentes edades. En efecto, cuando se cava verticalmente un terreno de sedimento y se encuentran diferentes capas sucesivas, es evidente que son cada vez mas antiguas unas respecto á otras; es decir, que la segunda capa que se encuentra ha sido depositada necesariamente antes que la que constituye la superficie actual del suelo; que la tercera ha sido deposi-

tada antes que las dos precedentes, y asi de las demás aun cuando haya sido muy corto el tiempo transcurrido entre dos depósitos sucesivos. La conclusion es la misma ya sea que el terreno presente capas horizontales, ya las presente inclinadas, y solo respecto á ciertas masas cristalinas pueden formarse otras ideas de que hablaremos muy pronto : estas divisiones se observan en todas partes en la superficie del globo; se observan en los pozos, en las galerías y zanjas abiertas por la mano del hombre, en las pendientes de las montañas, en los costados de los valles que surcan su masa etc. De aquí resulta, que se debe considerar como un hecho constante el que la superficie del globo se halla formada por una serie no interrumpida de depósitos que se suceden con regularidad y que en general son tanto mas antiguos cuanto mas son los que tienen sobre sí.

Distincion de los depósitos en dos grandes clases. Examinando el conjunto de los depósitos que constituyen la costra terrestre, no se tarda en observar que se dividen en dos grandes clases perfectamente distintas. En una serie de estos depósitos, se encuentra un gran número de rocas todas de aspecto cristalino casi enteramente formadas de silicatos que se diferencian unos de otros, ya por su naturaleza, ya por la disposicion de sus partes; nunca se ha observado en ellos la menor señal de restos orgánicos, ni capa alguna formada de materia arenácea, ni cantos rodados. En otra serie, aunque se encuentran todavía algunas capas cristalinas análogas á las precedentes intercaladas con todas las demás, la mayor parte de todos los depósitos pertenecen al carbonato calizo y presentan frecuentemente el carácter de depósitos mecánicos; alternan de todas maneras con depósitos muchas veces considerables evidentemente formados de materias arenáceas ó de cantos rodados mas ó menos voluminosos; ademas contienen restos órgánicos de todas naturalezas que se hallan comunmente en suma abundancia y que varian en general de especie, y aun muchas veces de género y de clase á diferentes alturas. Se ve por consiguiente que estos son dos órdenes de cosas perfectamente distintas los cuales se hallan quizá en relacion uno con otro; pero que necesariamente han debido verificarse en circunstancias enteramente diversas.

Sin duda alguna no podemos formarnos idea de estas circunstancias á no ser por induccion; pero comparando lo que existe con lo que se forma diariamente, no podemos errar en nuestros conceptos. En primer lugar, parece evidente que las materias arenáceas compuestas de piedrecillas y granos redondeados no han podido formarse sino por el curso de las aguas, precisamente como las que vemos formarse hoy en nuestros rios y en las orillas de los mares sujetos á flujo y reflujo, donde todos los fragmentos arrancados de los diferentes terrenos removidos continuamente se redondean por su mutuo roce y se trituran de todas maneras. Los restos orgánicos frecuentemente en cantidad prodigiosa y cuya mayor parte pertenecen á molustos testáceos, á zoófitos etc., no pueden haber sido depositados mas que bajo las aguas como precisamente los vemos depositados aun en el fondo de nuestros mares, donde forman unos depósitos enteramente comparables sino á los mas antiguos de aquellos que encontramos en los diferentes terrenos por lo menos á los que observamos en las capas de las partes medias y de los últimos estados de las formaciones. Asi aparece evidentemente, que la serie de terrenos donde se encuentran tantos restos orgánicos, tantas materias arenáceas, han sido formados bajo las aguas, y por los transportes sucesivos de las materias de un lugar á otro, etc., etc.

En cuanto á los depósitos eminentemente cristalinos que hemos citado y cuyas capas cuando existen no contienen entre sí ni en su interior vestigio alguno de restos orgánicos, ni materia alguna arenácea, hay dos hipótesis posibles respecto á su orígen.

Primera hipótesis. Se puede admitir que estos depósitos se han formado igualmente bajo las aguas; pero por la via exclusiva de cristalizacion; que datan de una época anterior á la existencia de los seres orgánicos sobre la tierra, puesto que no contienen ningun vestigio de ellos y que se habian solidificado antes que ninguna catástrofe hubiera asolado nuestro globo y producido los fragmentos y los cantos rodados que observamos en la serie siguiente. Lo que tiende á confirmar esta hipótesis es, que en todas partes estos depósitos cristalinos se encuentran en general debajo de los otros sosteniendo sus diferentes hiladas. De aquí resulta, que estos depósitos pueden ser considerados como los primeros miembros de la creacion del globo, como testigos de todas las catástrofes que han asolado despues la tierra; fijándose en esta idea, se les ha dado el nombre de *terrenos primitivos*; por oposicion se ha dado á los depósitos de la serie siguiente, el nombre de *terrenos secundarios.* Deben sin embargo exceptuarse de esta suposicion de primordialidad ciertos depósitos que en un principio se han confundido con los primeros que son evidentemente de orígen ígneo y posteriores á muchos depósitos secundarios que han levantado y roto, y al través de los cuales se han abierto paso hasta la superficie de la tierra donde han formado masas á veces de una inmensa extension.

Segunda hipótesis. La hipótesis que acabamos de presentar ha sido durante mucho tiempo la única admitida por todos los geólogos, y ha parecido tan natural, que no se ha pensado en formar otra; sin embargo hay una que es asimismo plausible y que muchos geólogos han adoptado últimamente porque da razon de un gran número de hechos que son inexplicables en la primera; vamos á exponerla.

Examinando los volcanes en actividad, se ve, que las materias que vomitan á la superficie de la tierra, son todas silicatos, la mayor parte de ellos eminentemente cristalinos, muchos de los cuales presentan caracteres particulares de porosidad y aspereza al tacto, los otros son vítreos, y entre ellos se encuentran muchas materias escoriáceas de todas especies. Estas diferentes materias salen siempre en estado líquido ó pastoso; unas veces son expelidas por aberturas situadas en la cumbre ó en los lados de las montañas, de la misma naturaleza, cuyo orígen se remonta á épocas desconocidas y se extienden en líneas estrechas en la superficie del terreno, siguiendo frecuentemente la direccion de los valles; otras veces salen por anchas aberturas que se manifiestan en el llano y se extienden en sábanas inmensas por la superficie de la tierra ó bien forman colinas, montoncillos cásicos mas ó menos considerables alineados en la direccion de la hendidura á la cual cubren en toda su extension. Otras veces las montañas que se elevan en el mismo momento ó sucesivamente, se hallan agrupadas unas junto á otras ó alrededor de una masa mas ó menos voluminosa que es como su centro; cada erupcion aumenta este grupo con montañas que se colocan entre las primeras ó se levantan sobre sus costados. Se ha visto con frecuencia en medio de los mismos mares elevarse de repente montes aislados de materias pastosas medio fundidas que han formado otras tantas islas de las cuales unas han quedado aisladas y otras se han rodeado ya casi en el mismo momento ó en diferentes épocas de montes del mismo género mas ó menos numerosos que han aumentado su masa. Muchas islas de orígen ígneo que se encuentran en tantos lugares diferentes, parecen haber sido formadas de la misma manera, y frecuentemente se hallan en su cumbre masas de restos orgánicos que deben haber levantado consigo del fondo de los mares. Notemos en fin, que los esfuerzos volcánicos pro-

ducen frecuentemente grietas muy profundas en el suelo inmediato, trastornan montañas, sepultan comarcas enteras, mientras que en otras partes elevan terrenos muy extensos á una altura mas ó menos considerable.

Despues de haber reconocido estos fenómenos generales que pasan á nuestra vista y que se hallan consignados en narraciones positivas es imposible no admitir que ha habido efectos semejantes en muchas épocas anteriores de que la historia no conserva vestigio alguno; estos efectos estan marcados por depósitos cristalinos de silicatos que presentan caracteres análogos á los de los volcanes y que se hallan situados en la superficie de la tierra de una manera enteramente semejante. Se encuentran en ellos rocas cristalinas de diferentes especies, porosas ó ásperas al tacto que son siempre mas ó menos análogas á las que se observan en los productos de los volcanes, hallándose solamente en algunos casos en relacion íntima con otras rocas que se diferencian de ellas mas ó menos y en las cuales no se pueden reconocer los caracteres volcánicos ordinarios. Estos depósitos forman tambien montañas cónicas; unas veces aisladas en medio de las llanuras, otras veces agrupadas unas al lado de otras, y muchas tambien alrededor de una montaña mas elevada que es como el centro del depósito. En otras partes son montecillos ó terraplenes que en una misma comarca forman línea como si fueran protuberancias salidas de una gran hendidura, y precisamente como se hallan los volcanes ardientes en muchas localidades. En otras partes forman una especie de murallas de mayor ó menor espesor que se elevan verticalmente de 30 á 40 piés sobre el nivel del suelo inmediato, se extienden á gran distancia, y algunas vecos se les ve tambien bajar verticalmente á el interior de la tierra al través de todas las capas del terreno, llenando asi una gran hendidura por donde han salido las materias. Las rocas que encierran estos grandes filones, estan alteradas en su inmediacion á una distancia mas ó menos considerable; unas veces las materias se han endurecido, han experimentado contracciones mayores ó menores y tomado caracteres cristalinos que no siempre poseen; otras veces por el contrario, han mudado de posicion ó han perdido alguno de sus principios como sucede á las materias carbonosas que han perdido su virtud y se encuentran convertidas en coke ó á los hidratos de hierro que han perdido su agua y convertídose en peróxido, etc., etc.

Estos terrenos reposan indiferentemente sobre toda especie de materias, sobre depósitos muy antiguos en el órden de superposicion, como sobre depósitos muy modernos, precisamente como las materias volcánicas que expelidas del seno de la tierra despues de haber atravesado diferentes rocas, se extienden sobre la última y constituye el suelo. En fin, hay una circunstancia muy notable, y es que las rocas que constituyen estos terrenos, encierran frecuentemente restos de aquellas que han debido atravesar para salir al exterior; las que se encuentran en medio de los depósitos graníticos, encierran fragmentos de granito que muchas veces se han alterado como si hubieran sido calentados y algunas veces estan medio fundidos; las que han atravesado depósitos calcáreos ó grés de diversas especies etc., lo contienen igualmente. Algunas veces los pedazos de estas rocas han quedado suspendidos en la superficie de la materia expelida al través de sus masas como si hubieran sido arrancadas al pasar aquella.

Con arreglo á estos caracteres, es imposible dejar de admitir que estos depósitos se han formado á la manera de los depósitos volcánicos; ahora bien, hay unos que forman listas angostas sobre la superficie de las montañas, ó en el fondo de los valles y que han salido, bien de un cráter culminante, cuyos restos se ven todavía, bien de un lado de la montaña etc. Otros no han podido salir al exterior sino por una grieta, por una abertura cualquiera sobre la cual se han quedado y donde sin duda se prolongan en la profundidad. Ahora bien: estas clases de depósitos que han formado colinas ó montañas sobre la abertura por donde han debido salir, se dividen en dos grandes clases que se llaman terreno *basáltico* y terreno *traquítico* muy diferentes por sus caracteres generales. Por una parte parecen independientes uno de otro, porque nunca se han desarrollado en grande en los mismos lugares, y cuando se hallan reunidos, el terreno basáltico entonces poco considerable, es posterior al terreno traquítico, al través del cual sale siempre. Por otra parte, el terreno basáltico se desarrolla siempre en pequeña escala, y por el contrario, el terreno traquítico se desarrolla en escala inmensa. En efecto, forma montañas sobrepuestas unas á otras que llegan de este modo á una grande elevacion y cubren algunos centenares de leguas cuadradas, los cual anuncia una actividad y fuerza prodigiosa en lo fenómenos á que deben su orígen. En fin, el terreno basáltico ofrece pocas variaciones en las materias, y el terreno traquítico por el contrario entre productos muy análogos á los de los volcanes, ofrece una gran variedad de otras rocas muy parecidas á algunas de las que se encuentran en los terrenos á que se ha dado el nombre de primitivos, ó en ciertas partes de los terrenos secundarios.

Ahora que vemos al terreno traquítico ocupar extensiones inmensas, elevarse á alturas considerables, encerrar muchas rocas que no llevan en sí mismas las impresiones del fuego y que son mas ó menos análogas á las rocas cristalinas de los terrenos primitivos, podemos fácilmente concebir la hipótesis que se puede formar respecto á estos últimos. En efecto, es posible que estos pretendidos terrenos primitivos hayan sido producidos de la misma manera que las masas traquíticas; es decir, que hayan salido del seno de la tierra en estado de fusion pastosa al través de todos los déspositos secundarios ya formados, y que se hayan colocado asi bajo las aguas como los vemos hoy. Se puede tanto mas formar esta hipótesis, cuanto que estos terrenos antiguos tienen tambien cierta relacion con todos los de orígen ígneo; en efecto, los volcanes activos se hallan en general abiertos en el traquito, y los déspositos traquíticos donde quiera que se ha podido estudiarlos convenientemente se hallan ó en el terreno primitivo, ó en su límite, y en relacion íntima con las rocas cristalinas de estos terrenos que á veces son muy difíciles de distinguir en su union. Parece por consiguiente, que vemos en nuestros dias la continuacion de los mismos efectos en los mismos lugares y que hay una transicion de los terrenos primitivos á los traquitos, de los traquitos á los basaltos ó á los volcanes modernos; solamente la intensidad de los fenómenos parece que se ha ido debilitando sucesivamente.

Pero hay mas; se conocen hoy hechos que parecen demostrar el orígen ígneo de los terrenos primitivos; en efecto, se ven algunas veces rocas de las partes mas antiguas de estos terrenos extenderse de alto á bajo en filones ramificados en medio de las materias generalmente sobrepuestas, como por ejemplo; filones de granito en medio de los esquistos arcillosos, etc. Elías de Beaumont ha observado en ciertas montañas depósitos secundarios aun bastante modernos, cubiertos parcialmente por rocas primitivas, lo que no puede ser considerado sino como el resultado de extensiones parciales de una materia en fusion pastosa sóbre las rocas que ha atravesado levantando sus capas y fracturándolas de todas maneras.

Admitiendo esta hipótesis, nada hay mas fácil que concebir la inclinacion frecuentemente considerable de las capas secundarias en la inmediacion de las que

se llaman primitivas; porque entonces es un efecto natural de los alzamientos ocasionados por la salida de estos últimos. Si se admite la hipótesis de una formacion acuosa, hay que formar necesariamente otra para explicar estas inclinaciones; porque las masas de cantos rodados han podido evidentemente depositarse en capas inclinadas de un espesor igual en toda su extension, y sobre todo, los guijarros colocarse de plano paralelamente á las superficies de la capa; es evidente que tales depósitos han debido formarse horizontalmente, y que despues de su solidificacion han sido levantados por una de sus extremidades ó si se quiere, rebajados por la otra para tomar la posicion actual; asi es preciso admitir catástrofes de una ú otra especie para producir tales efectos.

Notemos tambien que en la hipótesis de un orígen acuoso en los terrenos primitivos, se debe admirar extraordinariamente las diferencias mineralógicas que presentan los terrenos secundarios, en las montañas de capas horizontales separadas de las altas cordilleras y en las laderas ó en medio de las montañas elevadas. Pero inmediatamente se ven las causas de estas diferencias, en la hipótesis de un origen ígneo. En efecto, estas montañas incandescentes levantadas desde el seno de la tierra han debido obrar violentamente sobre las materias que se han hallado cerca de ellas cambiando enteramente su aspecto; los carbonatos de cal mas ó menos térreos, han podido bajo fuertes compresiones pasar al estado sacaroideo; las materias arcillosas y margosas que los separaban han podido tomar caracteres muy diferentes, en fin, seria bien admirable que en estas convulsiones espantosas de la naturaleza, resultado de fuerzas prodigiosas, hayan podido introducirse entre las capas secundarias inmediatas á los depósitos primitivos, filones y masas de materias cristalinas que no existen en otras partes.

Se ve por estos detalles que la hipótesis en que se considere á los terrenos primitivos como de orígen ígneo posterior á los depósitos secundarios que hubieran levantado, está fundado como la de un orígen acuoso anterior á la aparicion de los seres organizados, y que ademas tiene la ventaja de hallarse de acuerdo con hechos y explicar circunstancias que de otro modo son inexplicables; asi esta hipótesis es la admitida hoy generalmente por los geólogos. Partiendo desde ella se consideran tambien como de orígen ígneo los depósitos mas ó menos considerables que se encuentran esparcidos en medio de los diferentes períodos que presentan los terrenos secundarios; sin embargo, hay en este punto algunas dificultades; porque si se concibe fácilmente que se hayan formado filones de estas materias, cuesta siempre algun trabajo comprender cómo han podido introducirse en capas unas muy gruesas y otras muy delgadas, todas paralelas unas á otras bajo diferentes depósitos de un peso enorme que constituyen con frecuencia montañas enteras y alternar en ellas muchas veces y de una manera muy regular con capas ya gruesas, ya delgadas, de materias que todo anuncia que han sido formadas por el agua. Este es un punto de teoría geológica que exige aun muchas investigaciones para ser completamente puesto en claro.

Ojeada general sobre los terrenos que contienen restos orgánicos. Los terrenos que no contienen cantos rodados ni restos orgánicos y que designaremos todavía, cualquiera que haya de ser el orígen que haya de admitirse con el nombre de terrenos primitivos, con que se les conoce generalmente, no presentan divisiones bien marcadas en el conjunto de las rocas de que se componen y por lo mismo no ofrecen sino muy pocos hechos generales importantes que conocer. No sucede lo mismo con los terrenos en que se encuentran restos orgánicos; estos nos presentan una serie de hechos fundamentales que es preciso ante todo exponer de una manera general.

Los hechos mas importantes nos indican en primer lugar, tres grandes períodos de formacion.

1°. Un período cuyos depósitos no han presentado hasta ahora especie alguna de restos de animales vertebrados, y que se pueden considerar, por consiguiente, como anteriores á la existencia de los peces, de los reptiles, de las aves y de los mamíferos sobre la tierra. No se conoce en ellos mas que restos de crustáceos de géneros enteramente particulares, moluscos cuyos géneros no existen hoy y cuyos análogos no se encuentran ni aun en los depósitos siguientes.

2.° Un período que comienza inmediatamente encima de los grandes depósitos arenáceos, designados con el nombre de terrenos ullíferos, en el cual se encuentran restos de peces y de reptiles de diferentes géneros; pero en que no se conoce resto alguno de aves ni de mamíferos. Se pueden por consiguiente considerar los depósitos de esta época como posteriores á la existencia de los peces y de los reptiles sobre la tierra, y anteriores á la de las aves y de los mamíferos.

3.° Un período que no empieza sino despues de una larga serie de depósitos de la época anterior inmediatamente encima de los grandes depósitos calcáreos, cuyo tipo nos presentan las montañas del Jura y antes de los depósitos de creta donde se encuentran restos de mamíferos y de aves poco abundantes el principio; pero que lo son mucho en épocas mas modernas de que tendremos ocasion de hablar. Es pues, un período de formacion posterior á la existencia de las aves y de los mamíferos sobre la tierra y por consecuencia muy diferente de los otros dos. Lo mas notable que hay en él, es que los restos que encontramos en estos depósitos se diferencian de todos aquellos que conocemos actualmente en las diferentes comarcas del globo; las diferencias se manifiestan algunas veces tambien en los géneros, mas frecuentemente en las especies, y si se encuentran algunas que parecen tener analogía con las que habitan hoy la tierra, se distinguén de ellas por un tamaño mucho mayor, solo en los últimos terraplenes que se pueden considerar como formaciones locales de la época moderna, se encuentran restos de animales exactamente comparables á los que hoy conocemos vivos.

Otra circunstancia muy notable, es que hasta ahora no se ha encontrado resto alguno humano ni nada que haya pertenecido al hombre en la serie de las formaciones minerales.

Solo en los depósitos formados en el fondo de los valles actuales (en las hornagueras) se han encontrado algunos productos de la industria humana, y aun todo prueba que no han sido cubiertos sino solamente enterrados en estas materias pastosas por efecto de su peso, despues de haber existido en su superficie, en tiempos modernos; solo en los enterramientos históricos se han encontrado esqueletos de hombres, y aun muy rara vez y en circunstancias enteramente particulares. De aquí resulta que la última y gran catástrofe cuyo recuerdo se ha conservado en todos los pueblos, y cuya consecuenca fue casi la destruccion del género humano, y por consiguiente la de los animales terrestres, no puede tener relacion alguna, con las formaciones de que acabamos de hablar. Se puede suponer que esta catástrofe, ha cambiado la forma de las montañas, abierto valles, modificado toda la superficie de la tierra; pero las ruinas que ha ocasionado no se hallan en parte alguna en nuestros continentes actuales, y solo resta buscarlas en el fondo de los mares.

La primera de las grandes divisiones que acabamos de indicar puede corresponder á lo que se ha designado con el nombre de *terrenos intermediarios*; pero es preciso entonces comprender en ellos los grandes depósitos de grés ullífero y hacer abstraccion de un carácter que en el principio se habia creido peculiar del período que se queria designar.

Con arreglo á los hechos observados se habia creido poder admitir que esta parte de las formaciones en que se veian rocas análogas á las de los terrenos primitivos intercaladas con capas de materia arenácea, ó llenas de restos orgánicos, podia considerarse que presentaba los restos del período primitivo con los primeros depósitos de las formaciones subsiguientes; en esta simultaneidad, se fundaba la palabra terrenos intermediarios. Hoy estas asociaciones han perdido mucho de su importancia, porque se les conoce á varias alturas muy diferentes de los depósitos secundarios y de tal manera que muchos depósitos considerados en el principio como pertenecientes á las formaciones intermediarias, se hallan hoy colocadas mucho mas arriba. De aquí resulta, que no hay como el carácter zoológico para distinguir el período de que nos ocupamos y por consecuencia de esto se puede unir á él, el terreno ullífero.

El segundo período donde se encuentran restos de peces y reptiles podria ser considerado, como constituyendo los *terrenos secundarios* propiamente dichos; pero bajo este nombre se comprende generalmente una serie mas extensa que no tiene mas que límites arbitrarios. En efecto, bajo el nombre de *terreno secundario*, toda la serie de las capas desde el terreno ullífero, hasta la creta inclusive; solo despues de este último depósito, se acostumbra empezar la serie de terrenos que se designan con el nombre de *terrenos terciarios*. Podria parecer, sin embargo, que si quieren establecer algunas grandes divisiones en la serie de los depósitos, seria mas natural empezar el período secundario propiamente dicho, inmediatamente encima del terreno ullífeto, donde los peces y los reptiles empiezan á manifestarse y concluirle en el punto en que se encuentran por primera vez aves y mamíferos; en este punto seria natural tambien empezar la serie de los terrenos terciarios donde parece presentarse un nuevo órden de cosas.

Diferencia de las hiladas que forman los depósitos de restos orgánicos. Independientemente de los tres grandes caracteres distintivos que acabamos de indicar, existen una multitud de hechos que distinguen los depósitos formados en los diferentes períodos. Estos hechos son presentados por la naturaleza de los demás restos orgánicos que se encuentran en las diferentes capas y que se distinguen considerablemente unos de otros.

En el primer período de las formaciones á que continuaremos designando con el nombre de período intermediario, se descubre ya sea en medio de algunas rocas que tienen mas ó menos caracteres arenáceos, ya en las capas de carbonato calizo que las cubren ó que se hallan intercaladas en ellas, restos orgánicos enteramente característicos; estos cuerpos difieren de todos los que se encuentran en depósitos mas elevados y de todos los que hoy se conocen vivos. La mayor parte parecen pertenecer á la clase de los crustáceos, y constituyen una familia particular que se ha designado con el nombre de *Trilobitos* en la cual se distinguen los géneros *Calymena, Asaphus, Isotella, Ogygia, Paradoxides* y *Agnostus*. Tambien se encuentran en los mismos depósitos restos de moluscos de los géneros *Ortoceratita, Spirifera, Evonphala*, etc., de que no se encuentran señales en los depósitos siguientes, y algunas especies particulares de *productus*; parece que no hay *Ammonites* ni *Belemnites*.

En los depósitos siguientes, todos los restos cuyos géneros acabamos de indicar, desaparecen enteramente y en las diferentes capas que se pueden distinguir los demás restos orgánicos que se encuentran varian considerablmente. Asi en cierto depósito de carbonato calizo que se encuentra sobre el terreno ullífero, existe una gran cantidad de restos de moluscos; pero no hay ni uno de los géneros anteriores, y si existen algunos que se encuentran asimismo en los terrenos siguientes, sus especies son distintas en un todo. En él se encuentran algunos *Ammonites* aunque en corto número y todavía no hay *Belemnites*; estas no empiezan á manifestarse sino á dos formaciones calcáreas mas arriba, en lo que se llama la formacion del *Lias* y se encuentran en ella con muchas *Ammonitas* que presentan un gran número de especies; en ella tambien empiezan á manifestarse los *Trochus* las *Trigonias*, los *Echinites* que hasta entonces no habian parecido; tambien en estos depósitos se hallan probablemente los primeros restos de cocodrilos que despues se encuentran en mayor abundancia. Estos diferentes géneros de restos se prolongan en los depósitos siguientes; pero estan representados por especies enteramente distintas, entre las cuales solo se hallan algunas semejantes á las de los depósitos que han precedido.

Los géneros *Belemnites* y *Ammonites* que se prolongan por diferentes especies particulares en varios depósitos sucesivos, desaparecen despues de repente para no volverse á manifestar. En los demás depósitos calcáreos se presenta un aspecto nuevo, los restos de moluscos que se encuentran son ya mucho mas análogos á los que viven hoy en nuestros mares; no estan tan alterados como en los depósitos anteriores y no se han fundido de la misma manera en la pasta calcárea que los envuelve.

Por mucho tiempo no se encuentran en la serie de los depósitos de diferentes géneros mas que restos de moluscos evidentemente marinos; pero cuando se llega á cierto término poco despues de la aparicion de los primeros mamíferos, se empiezan á encontrar *Paludinas*, *Cyrenes* y *Cypris* que son moluscos de agua dulce. Estos primeros depósitos fluviatiles estan cubiertos por otros que contienen aun restos marinos y reaparecen de nuevo en diferentes épocas; pero pronto los géneros se multiplican, y las especies son cada vez mas análogas á las que vemos habitualmente en nuestros estanques, rios y arroyos; en fin los moluscos marinos desaparecen y no quedan ya mas que moluscos de agua dulce á los cuales se unen moluscos terrestres y aun especies bastante análogas, á las que viven aun en cierto modo en los mismos lugares.

Estos son los hechos que nos presenta el reino animal en los restos que han sido sucesivamente sepultados, en las diferentes capas del globo. El reino vegetal ofrece circunstancias menos distintas lo que depende sin duda de que encontramos unas veces los restos de las plantas que vivian, en el mismo lugar donde han sido sepultadas, y otras los de las plantas que vegetaban en otro clima. Sin embargo existen aun en este punto algunas generalidades; en efecto aunque se encuentran casi en todas partes equisetáceas y helechos, son mas abundantes en las partes inferiores del grupo y ademas las especies varian en general segun las diferentes alturas. En esto no hay mas que una anomalía que se explica tal vez por lo que sigue; consiste en que en el *lias* de los Alpes se encuentran las mismas especies que en el terreno ullífero que es muy inferior; en este punto se puede suponer que en un caso los vegetales sepultados son los que crecian en los lugares en el momento en que el clima les era propicio, y que en el otro son vegetales transportados de una region en que se habia conservado el clima que los convenia. No se encuentran otras familias de vegetales sino en los depósitos mas elevados. En efecto solo en los grés que cubren la calcárea peneana, empiezan á encontrarse coníferas y mas arriba aun cycadeas; las verdaderas dicotiledones no parece que se presentan hasta despues de la aparicion de los mamíferos, es decir, un poco antes de la creta y despues se encuentran con bastante abundancia en los diferentes depósitos que si-

guen. Este rápido bosquejo nos hace ver claramente cuán diferentes eran las generaciones animales ó vegetales en las diversas circunstancias que sucesivamente las han sepultado en el seno de la tierra; parece que en cada época, todo lo que existia sobre la tierra ha sido destruido y reemplazado por seres de otros géneros ó por lo menos de especies diferentes que poco despues han sufrido la misma suerte. De aquí resulta que las causas que han sepultado tantos restos orgánicos, no han podido en manera alguna ser lentas y graduadas como se ha supuesto algunas veces; es preciso por el contrario, que cada una de las épocas que observamos en las formaciones sea el resultado de una catástrofe brusca que haya destruido la mayor parte de los seres existentes y cambiado totalmente por lo menos en una gran parte del globo, las circunstancias subsiguientes de vitalidad.

CAPITULO II.

COMPOSICION GENERAL DE LOS DIVERSOS TERRENOS.

Ojeada general. Los diferentes depósitos subordinados que constituyen la parte sólida del globo hasta la profundidad á que podemos llegar, estan formados esencialmente por un corto número de materias, unas de las cuales se encuentran en todas las épocas con diversas modificaciones, y otras pertenecen á formaciones particulares. Las capas ó masas, cualesquiera que se observan son: unas veces simples, es decir, formadas esencialmente de una sola y misma sustancia en toda su extension, ya compuestas, es decir, formadas esencialmente por la reunion de cierto número de sustancias entremezcladas entre sí y en proporcion bastante constante aun en las comarcas mas apartadas. En todos los depósitos que son de orígen ígneo, ó á las cuales se puede atribuir este orígen, ya sea en los terrenos primitivos, ya en las diferentes capas de cristalizacion intercalada en los depósitos secundarios, se encuentran silicatos de diversas clases ó capas de sílice pura, ya solas, ya conteniendo capas subordinadas de carbonato calcáreo, ó carbonato doble de cal y magnesia. En el resto de la serie de las formaciones, los silicatos por el contrario son muy raros como rocas y aun como materia diseminada; la sílice no se manifiesta sino como parte constitutiva de las arenas y de los grés, ya únicamente cuarzosos, ya compuestos ó en el estado de pedernal y siempre es el carbonato calcáreo el que domina. Esta materia contiene algunas capas de carbonato *Dolomia* (carbonato doble de cal y magnesia) de sulfato *Karstenita* (sulfato de cal anhidro,) de sulfato yeso (sulfato de cal hidratado); constituye diferentes grupos de formaciones separadas las unas de las otras por las rocas arenáceas (grés de diversas aspecies, pudingas, brechas), por materias arcillosas (arcillas y margas), que se encuentran tambien frecuentemente entre las hiladas de diversas formaciones.

Caracteres de las sustancias esenciales de las formaciones. Los silicatos que entran esencialmente en la composicion de los terrenos, ya como rocas simples, ya como partes constitutivas esenciales de las rocas compuestas, son en corto número. Los principales son los silicatos, *orthosa* y *albita* (feldspato potásico y sódico), ciertos silicatos aluminosos mal conocidos, confundidos bajo la denominacion de *mica*, los *silicatos dialaga* y *serpentina*, los *silicatos tremolita actinota* y *hornblenda* (anfiboles diversos) el *silicato augita* y en fin las arcillas que son tambien silicatos lo mas comunmente mezclados. Las demás materias son como hemos dicho el cuarzo, los carbonatos *calizo* y *dolomia*, las *margas* que son carbonatos calizos mezclados con arcilla, el *sulfato karstenita* y el *sulfato yeso*. Se comprende que es necesario tener primero una idea de los caracteres que presentan estas diferentes sustancias; ahora bien, en el caso que nos ocupa, los caracteres cristalográficos no tienen importancia alguna puesto que estas sustancias se hallan en grandes masas y solo la composicion química y algunos caracteres exteriores pueden servirnos; desgraciadamente la composicion química nos falta en muchas sustancias; tales como las *micas*, las *dialagas*, la *serpentina*, expresiones bajo cada una de las cuales se han confundido muchas clases de materias bien diferentes, que se han conocido solamente por consideraciones que son extremadamente vagas: nosotros las caracterizaremos tal como puedan existir en el estado actual de la ciencia.

La *orthosa* es en las rocas, una sustancia las mas veces pétrea, en masa laminar, granosa ó compacta, lo mas comunmente blanquecina, agrisada ó rojiza, parecida mas ó menos al rojo de carne, siempre fusible al soplete en un esmalte blanco; se encuentran algunas veces en cristales derivados de un prisma romboidal oblicuo, cuyas caras laterales tienen una inclinacion entre 120° y 60°, y cuyos planos forman con el prisma ángulos de 112° y 68°.

Su peso específico es de 2,40 á 2,60; su composicion es en peso la siguiente:

Trisilicato de alúmina.	0,67	Sílice. . . .	0,60
Trisilicato de potasa.	0,33	Alúmina. . .	0,18
	——	Potasa. . . .	0,16
	1,33		——
			1,00

La *albita* mucho mas rara que la *orthosa* en las grandes masas que no pertenecen á los terrenos traquíticos, es ordinariamente blanca ó blanquecina; ó mas comunmente compacta y fusible en esmalte blanco; se encuentra algunas veces en cristales que son esfoliables y que se derivan segun Rosse de un paralelepípedo irregular, cuyas bases se hallan inclinadas entre sí 117° 53′ y 62° 7′, y cuya base se halla inclinada sobre estos planos 56° 24′ y 93° 36′, 115° 5′ y 64° 55′.

Su peso específico es poco mas ó menos 2,60.

La composicion en peso es:

Trisilicato de alúmina.	0,71	Sílice.	0,70
Trisilicato de sosa.	0,29	Alúmina. . . .	0,19
	——	Sosa.	0,11
	1,00		——
			1,00

Las *micas* son sustancias que dividen fácilmente en hojas muy delgadas, elásticas, por lo general brillantes, siempre fusibles y comunmente en esmalte blanco, que se hallan en masas hojosas ó en pajillas aglutinadas constituyendo entonces por sí solas las rocas esquistosas, conocidas con el nombre de *esquistos arcillosos*. Estos son silicatos aluminosos, que contienen ademas diferentes bases bioxidadas; pero cuyas proporciones no se conocen bien; los fenómenos ópticos y la cristalizacion, indican en ellos varias especies. Hay tambien materias igualmente poco conocidas que presentan los mismos caracteres de division y disposicion en las rocas; pero cuyas hojas no son elásticas; algunos mineralogistas las designan aun con el nombre de *mica* distinguiéndolas por los epítetos, *suave* ó *talcosa* y algunos otros los llaman *talco*.

Las *dialagas*, son ordinariamente materias blandas de polvo suave al tacto, algunas veces fácilmente exfoliables en sus dos caras opuestas y que presentan entonces un lustre nacarado ó metalóide; en las demás direcciones la fractura es compacta de lustre grasiento y frecuentemente esquirlosa. La composicion es mal conocida y únicamente se sabe que estas sustancias, contienen mucha magnesia, poco ó nada

de alúmina, y que debe haber muchas especies distintas segun las proporciones. Todas las especies son fusibles con bastante facilidad.

Suele reunirse á las dialagas, una sustancia mas dura, de hermoso color verde que presenta las mismas exfoliaciones y el mismo lustre; pero en que el análisis demuestra una cantidad notable de alúmina; esta sustancia se designa con el nombre de *smaragdita*.

Las *serpentinas* geológicamente hablando, son designadas por caracteres tan vagos como las dialagas; ordinariamente son materias blandas, de polvo suave al tacto; pero que no se exfolian, y cuya fractura es siempre compacta y mas generalmente esquistosa. En cuanto á la composicion se conocen evidentemente muchas especies; pero cuyas posiciones relativas geológicas no estan determinadas; todas estas especies son silicatos de magnesia, unos anhidros, otros hidratados, y en que la magnesia se halla frecuentemente reemplazada por diferentes óxidos isomorfos que difieren unos de otros en las proporciones.

La *tremolita*, la *hornblenda* y la *actinota*, son sustancias reunidas por Haüy en una sola especie bajo el nombre de anfibol que cristalizan en prismas oblícuos romboidales y que se exfolian siguiendo los planos de estos prismas. La tremolita pura es blanca, y no contiene mas que cal y magnesia; la actinota es verde ó por lo menos de polvo verde, y contiene mucho bióxido de hierro, la hornblenda es negra, y su composicion es bastante mal conocida, si bien por el análisis se encuentra cierta relacion con la *actinota*. En las variedades negras la exfoliacion conduce al prisma de 124° 30′; en las variedades verdes este ángulo es de 125° á 126°; en la tremolita pura se acerca á los 127°.

En las rocas estas materias son por lo general basilares ó fibrosas, algunas veces en cristales mas ó menos desfigurados ó bien en partículas sumamente finas distribuidas con uniformidad.

La *augita* forma parte de los piroxenos de Haüy y se refiere necesariamente á bisilicatos que tienen base de cal, de magnesia, de hierro, de manganeso mas ó menos mezclados entre sí; pero los análisis indican siempre mezclas de otras muchas materias, y son difíciles de aclarar. Esta sustancia es negra, exfoliable siguiendo los planos de un prisma romboidal de 92° 55′ y 87° 5′; se encuentra en las rocas en cristales entremezclados con albita ó en partículas muy finas.

El *cuarzo* es una sustancia mas ó menos hialina mas dura que el feldspato infusible al soplete, y únicamente compuesta de sílice; el *pedernal* no se diferencia de ella sino por su estado pétreo. Cuando se encuentra esta sustancia cristalizada, lo cual es bastante comun, ofrece prismas con base de exágono regular, terminadas por pirámides y que pueden derivarse de un romboedro obtuso de 94° 15′ y 85° 45′. Su peso específico es de 2, 6 á 2, 7.

El carbonato calizo como indica la palabra, está formado de ácido carbónico y cal; hace una viva efervescencia en frio con los ácidos, y su disolucion es precipitada por el oxalato de amoniaco. Nuestros diferentes *mármoles*, la *creta*, son ejemplo de esta especie que continuamente tenemos á la vista. Cuando está cristalizado se exfolia con mucha facilidad en un romboedro de 105° 5′ y 74° 55′.

Las *margas* son mezclas de cal y materia arcillosa; hacen tambien una efervescencia muy viva con los ácidos, y son por lo comun terrosas ó por lo menos tienen poca solidez.

El carbonato *dolomia* se compone de carbonato de cal y carbonato de magnesia; hace una efervescencia muy lenta con los ácidos; el amoniaco enturbia su disolucion, y el oxalato de potasa forma en ella un precipitado abundante. Cuando está cristalizado se exfolia en romboedros de 106° 15′ y 73° 45′; su peso específico es de 2, 8 ó 2, 10.

El *sulfato karstenita* es una materia ordinariamente blanca, mas ó menos sacoroidea ó laminosa, que presenta los caracteres de los sulfatos, es decir, que da olor de hidrógeno sulfurado cuando despues de calentada con una mezcla de carbonato de sosa y carbon, se vierte sobre el resíduo agua acidulada; la disolucion ácida precipita por los oxalatos.

El *sulfato yeso* no se diferencia del anterior, sino por la presencia del agua que se reconoce calentándole en un matraz; es mucho mas blando, y se deja rayar fácilmente por la uña. Las vasijas de alabastro blanco, hoy dia tan comunes, son un ejemplo familiar de una de estas variedades.

Carácter de las rocas compuestas. Las rocas compuestas principales, son designadas con el nombre de *granito*, *protogina*, *pegmatita*, *gneiss*, *leptinita*, *micasquisto*, *esquisto arcilloso*, *eufotida*, *sienita* *diorita*, *dolerita*, *basalto* y *traquito*.

El *granito* se halla esencialmente compuesto de *cuarzo*, *orthosa* y *mica*, reunidos en pequeñas partes mezcladas con bastante uniformidad, y formand masas granugientas; pero suele suceder que en alguna parte de la masa falte una ú otra de las sustancias, de manera que por un ejemplar aislado no se puede asegurar la naturaleza del depósito de donde procede.

Se ha dado el nombre de *protogina*, á una clase de granito, en que la materia micácea no tiene por lo comun elasticidad alguna, y se parece mas ó menos al *talco* y á varias materias aun poco conocidas que se han confundido con el nombre de *clorita*.

La *pegmatita* ó granito gráfico, se compone de orthosa y de cuarzo, reunidos por una especie de masa consecutiva, de manera que en un punto, hay nidos gruesos de cuarzo, y en otro nidos gruesos de *orthosa*, á los cuales se agregan á veces, nidos de mica, etc.; algunas veces la *orthosa* domina, y el cuarzo se halla diseminado en cristales en su masa, donde se dibuja en los fragmentos, y mejor en los pedazos pulimentados como caracteres hebreos.

El *gneiss* se compone de las mismas sustanciss que el granito; pero estan entremezcladas por hojas, de modo que la roca es esquitosa. De la misma manera que en el granito, suele suceder que en tal ó cual parte de la masa, una de las sustancias falte, y la roca pasa entonces á una de las que acabamos de indicar.

La *leptinita*, compuesta de *orthosa*, ya granugienta ó laminar, ya compacta y de *mica*, es en cierto modo un gneiss en que ha desaparecido el cuarzo. Se comprende por consiguiente que hay pasos frecuentes de una roca á otra, y muchas variedades que no se sabe mineralógicamente á qué roca referir.

El *micasquisto* está compuesto de cuarzo y de mica entremezclados por hojas, y constituyendo por consiguiente una roca esquistosa. La mica se halla en él en hojas continuas; el cuarzo está en pequeña cantidad ó desaparece enteramente; de manera que la roca pasa al esquisto arcilloso; cuando por el contrario la mica disminuye, la roca pasa á la *hialomicta*. El micasquisto es como vemos un gneiss, de donde ha desaparecido la orthosa.

La *hialomicta* está compuesta tambien de cuarzo y mica; pero esta se halla solo diseminada y no en hojas continuas.

Esta roca es unas veces granugienta, y otras esquistoidea.

El *esquisto arcilloso* no es mas que el micasquisto, cuyo cuarzo ha desaparecido; se halla esencialmente compuesto de hojas ó pajitas de mica acumuladas, de plano unas sobre otras, y constituyendo una roca de estructura hojosa ó esquistosa.

La *eufotida* está compuesta de albita compacta, al-

gunas veces de *orthosa* y de *dialaga*, que las mas veces es de la especie llamada smaragdita. Es tambien una roca de especie granitoidea; pero en que la parte feldspática, es ordinariamente bastante abundante, y forma una masa homogénea en que la dialaga se halla diseminada y en pedazos.

La *sienita* es una roca compuesta de orthosa laminar y de actinota reunidas; la primera de las cuales domina ordinariamente, y que presenta una estructura granugienta análoga á la del granito con que esta roca ha sido confundida muchas veces.

La *diorita* es teóricamente hablando, una roca compuesta principalmente de orthosa compacta y actinota, ya en partes bastante distintas, ya tan mezcladas, que resulta una materia de aspecto homogéneo, comunmente verde ó por lo menos de polvo verde, y algunas veces enteramente negra. Sucede frecuentemente que la orthosa es la materia dominante, y que solamente está coloreada por un polvo de actinota diseminado con uniformidad.

La *dolerita* es una roca compuesta de albita laminosa y augita entremezcladas, formando una masa granugienta análoga á la sienita.

Basalto. La palabra basalto indica mas bien un terreno que una roca; pero se comprenden ordinariamente bajo este nombre materias mas ó menos compactas, negras ó grises, la mayor parte de las cuales estan formadas de albita mezclada, ya con augita, de modo que es una dolerita compacta, ya con silicatos ferruginosos; hay tambien basaltos que tienen por base la labradorita y aun otras materias, cuya naturaleza no está bien conocida. En general se designa con el nombre vago de basalto, todo lo que se encuentra en los terrenos ó en las comarcas basálticas.

Traquito. Este es igualmente mas bien el nombre de un terreno que de una roca. Es muy difícil caracterizar de una manera un poco clara, lo que se debe entender por la palabra traquito aplicada á una roca especial. Esta es una roca esencialmente compuesta de albita, ya en cristales agrupados confusamente, ya mas ó menos compacta ó terrosa, que contiene hornblenda ó mica y pocas veces augita; estas rocas tienen siempre mas ó menos aspereza al tacto, lo cual es producido por una tendencia al estado poroso ó análogo á la piedra pomez.

Observaciones sobre las rocas. Al ocuparse en la descripcion de los terrenos, hay necesidad de distinguir otras varias clases de rocas, la mayor parte de las cuales son resultados de la asociacion de diferentes sustancias que pueden variar hasta lo infinito. Hay algunas á las cuales se les puede imponer nombres, porque son abundantes y bastante constantes en la naturaleza; tales son: las rocas llamadas *hemitrena* (mezcla de actinota y carbonato calizo); *calesquisto* (calcárea hojosa cuyas hojas se hallan separadas por mica, ó generalmente por esquisto arcilloso, etc.) Otras son mezclas demasiado poco importantes y demasiado poco constantes para recibir nombres, y se les debe designar simplemente por las sustancias mezcladas cuando hay necesidad de indicarlas. En todo esto apenas puede haber dificultad; pero hay muchos casos en que se suscitan algunas muy grandes, y que han sido mas bien cortadas que resueltas. Se ven en los terrenos traquíticos y en los depósitos de lavas y ciertas partes de los terrenos primitivos intermediarios y secundarios, una multitud de rocas ó de depósitos que por sus caracteres generales se distinguen eminentemente unos de otros, y que ningun naturalista puede confundir viéndolos sobre el terreno ó en colecciones bien formadas. Es evidente que para indicar estas variaciones en el discurso, para dar á conocer sus posiciones relativas, no hay medio mas cómodo que darles nombres; pero estos nombres no bastan; es preciso tener caracteres que permitan reconocer las materias en todos los casos. Ahora bien, aquí es donde existe la dificultad; la naturaleza de estas materias es hasta ahora enteramente desconocida, y solo se las puede caracterizar por su aspecto, de donde resulta que nadie puede entenderse, y que se aplican nombres enteramente á la ventura, ó solo por sospechas mas ó menos fundadas; unos distinguen entonces como especie materias que los otros confunden con una especie diferente, y de aquí resultan una inmensidad de nombres tan insignificantes los unos como los otros; tales son, las expresiones *Vacke*, *Trapp*, *Trappita*, *Trapórfido* (ó pórfido trapeano), *Afanita*, *Argilolita*, *Argilofiro*, *Pórfido*, *Melacido*, *Ofita*, *Sienita pórfido ó pórfido sienítico*, *Pórfido anfiboloso*, *Traquito porfídico*, *Pórfido traquítico*, etc., etc. Cada autor al emplear tales ó cuales denominaciones, se ha entendido siempre muy bien, y ha llegado siempre á distinguir lo que era diferente en tal ó cual terreno que describia; pero por lo general no ha conseguido hacerse entender de los demás. Esto depende de que no se pueden dar caracteres precisos, y que seria necesario para conseguirlo empezar por conocer las materias que componen las rocas de que se ha de hablar.

Diferentes análisis comparativos demuestran que hay grandes diferencias químicas entre las distintas materias que se llaman trapp, y que las varias rocas porfídicas, comprendiendo los pórfidos ordinarios, los traquitos porfídicos, los pórfidos traquíticos, etc., etc., presentan igualmente diferencias muy notables, sucediendo lo mismo con las *argilolitas*, los argilofiros, las lavas *tefrínica* y *leucostínica*, etc., etc. No se conocen aun positivamente estas diferencias para poderlas definir en rigor; pero las investigaciones que se han hecho, demuestran claramente que se podrá establecer un gran número de especies perfectamente distintas; por desgracia estas especies ofreceran las mismas dificultades que las especies minerales, y apenas se podrá reconocerlas sino por ensayos químicos.

Mientras que se establecen especies positivas, no es inútil dar á conocer algunas distinciones de que frecuentemente se hace uso. Estas distinciones estan fundadas en la estructura y en algunos caracteres exteriores.

Pórfidos. Se llaman asi ciertas rocas compuestas, que presentan una materia compacta ó base, en la cual se hallan diseminados cristales ordinariamente de orthosa ó de albita, que con frecuencia tienen un color distinto del fondo, sobre el cual destacan entonces de una manera mas ó menos clara. Hay pórfidos á base de orthosa; otros á base de albita, y otros á base de diversos silicatos aluminosos aun no determinados. Estos silicatos se hallan con frecuencia coloreados, ya por la actinota, ya por la augita, y tambien por otros silicatos de protóxido ó peróxido de hierro, de aquí se originan varias distinciones fundadas en los colores. La palabra *pórfido* deberá ser desterrada de la nomenclatura, y reemplazada por el epíteto porfídico, unida al nombre de la base de la roca, cuando sea conocida.

Variolitas. Estas son tambien rocas análogas á los pórfidos, sobre las cuales hay las mismas reflexiones que hacer; pero en ellas, en lugar de cristales diseminados, se encuentran núcleos esferoides muy adherentes, de color diferente del de la parte, generalmente mas duros, y que en los pedazos separados sobresalen á la superficie, imitando asi pústulas de viruela, de donde se ha derivado su nombre.

Amigdaloides. Estas son rocas á base de silicatos aluminosos muy variados que contienen núcleos de diferentes materias comunmente calcáreas que se desprenden con facilidad y se presentan con frecuencia en forma de almendra, de donde se ha derivado su nombre.

No es inútil indicar tambien las materias conocidas por los nombres de *retinitas*, *obsidiana*, *perlita* y *pomez*. Las tres primeras son ordinariamente materias vítreas y todas son silicatos aluminosos; pero unos contienen ademas potasa, otros sosa, y otros cal; hay algunos que estan exactamente compuestos como la orthosa y la albita, otros que presentan proporciones particulares, de manera que existen evidentemente en estos cuerpos especies enteramente distintas. Parece imposible definir las dos primeras con los nombres que hoy se les han impuesto. En cuanto á las *perlitas* que presentan tambien varias especies, son materias mas ó menos vidriosas que ofrecen una estructura testácea, ó que estan formadas de glóbulos acumulados unos sobre otros.

La piedra *pomez*, de que hay aun especies muy diferentes, la mayor parte de las cuales se refieren á las que se deben formar á expensas de las *retinitas*, obsidiana y perlita, se halla caracterizada por la ligereza, por la estructura celulosa con celdillas ó poros, lo mas comunmente prolongados.

Aquí nos detendremos en las distinciones por desgracia demasiado vagas, que se pueden hacer; hemos dicho bastante para ser entendidos cuando en adelante citemos el yacimiento de tal ó cual sustancia.

De los depósitos arenáceos. Los depósitos de materias arenáneas, se hallan formadas de fragmentos arrancados á diferentes rocas, que han rodado juntos y amontonádose unos sobre otros, y asi se comprende que nunca se podrá establecer entre ellos sino distinciones muy vagas, á menos que esto sea, por la posicion geológica, ó por las circunstancias que de ello se derivan. Mineralógicamente no se puede establecer distincion sino por la forma ó tamaño de las partes; asi se distinguen las brechas, las pudingas y los grés. Se ha observado asimismo que los fragmentos, cantos rodados ó granos, estaban algunas veces aglutinados entre sí por medio de una materia cristalina de naturaleza variada, y con arreglo á esto se ha establecido tambien una clase de especificacion.

Brechas. Se llama asi una masa de fragmentos angulosos, á veces de rocas diversas aglutinadas entre sí ó reunidas por un cimento mas ó menos abundante, de naturaleza variada, que á veces no es mas que una materia terrosa, resultado de la trituracion de los fragmentos.

Pudingas. Estas son una masa de cantos rodados amontonados unos sobre otros, por lo general aglutinados por un cimento terroso algunas veces cristalino.

Grés. Se llaman asi las materias arenáceas de granos finos, ó que no pasan del tamaño de un guisante, y que se hallan reunidos ya por simple *justa position*, ya por medio de un cimento terroso ó cristalino.

Brongniart, ha propuesto reservar la palabra *grés* para materias compuestas únicamente de granos cuarzosos y respecto á los cuales, es difícil decidir si son granos cristalinos ó granos rodados. Desde entonces ha dado los nombres de *psamita* y *psafita* á las demás materias designadas con el nombre de grés. El primero se ha aplicado á una reunion de granillos cuarzosos aglutinados por una corta cantidad de arcilla: el segundo se aplica á una reunion de granos ó de fragmentos de diferentes materias por medio de una pasta bastante abundante de arcilla.

Notemos que bajo el nombre de arcilla se comprende aun un gran número de materias diferentes, muchas de las cuales parecen ser silicatos, en proporciones bien determinadas y que son sensiblemente homogéneas. Las otras no son mas que el resultado de una trituracion muy fina de las materias que han formado las brechas, los grés, etc.; entonces se reconoce examinándolas con la lente ó el microscopio una multitud de partículas heterogéneos; esta clase de arcilla es la que sirve ordinariamente de cimento á las materias arenáceas.

Se puede muy bien, si se quiere, distinguir varias clases de pudingas, de brechas, etc. por la naturaleza de las materias aglutinadas, por la posicion geológica en la serie de los terrenos, ó por una multitud de circunstancias mas ó menos notables; asi se han distinguido con los nombres de *tobas*, *traquíticas*, *basálticas*, etc., ó con los nombres generales de *tobas volcánicas* ó *peperina*, pudingas ó restos arenáceos, mas ó menos térreos, formados de traquito, ó de rocas del terreno traquítico, de basalto, de una materia volcánica cualquiera, etc. Asi es como se han distinguido en Alemania las rocas arenáceas diversas del terreno intermediario, con el nombre de *grauwacke*, y otras muchas materias que se hallan en posiciones fijas á diferentes alturas con los nombres de *kohlensandstein* (grés ullifero), *bunter-sandstein* (grés abigarrado), etc. En Inglaterra se distingue asi de la misma manera, el *greywake*, el *oldred-sandstone* (viejo grés rojo), *newred sandstone* (nuevo grés rojo), etc., etc. Estas son otras tantas maneras de entenderse; pero que forman en general un lenguaje poco claro y que varia continuamente.

Posicion relativa de las principales rocas compuestas. Estas rocas, como hemos dicho, constituyen principalmente los depósitos que se han designado con el nombre de terrenos primitivos y los que todo el mundo considera como de origen verdaderamente ígneo; se encuentran tambien en capas ó en masas en diferentes depósitos secundarios y constituyen algunas veces masas considerables en partes bastante modernas de la serie. En los terrenos primitivos es donde son mas abundantes; las que parecen formar la masa principal son: los granitos, gneiss, micasquisto, y esquistos arcillosos que se siguen en lo general en el órden en que los citamos, pero que parecen tambien alternar entre sí de todas maneras como vamos á indicar.

El *granito* se manifiesta en primer lugar en las partes mas profundas que se pueden observar donde parece servir de base á todos los demás depósitos. Entonces es en general una roca de granos pequeños, rara vez dividida en capas que no forma montañas elevadas, que contiene pocas sustancias diseminadas y ninguna roca subordinada. Sobre este primer depósito, se encuentra una formacion en que el granito se halla en capas distintas que alternan periódicamente con el gneiss, y que contienen algunas veces micasquistos, cuarzos esquistosos, rocas calcáreas, etc., subordinadas. Mas arriba en una formacion en que el gneiss es la parte esencialmente dominante ó por lo menos en su inmediacion, se encuentran capas ó depósitos de granito de granos gruesos en que el feldspato bastante abundante, pasa frecuentemente al estado de *caolin*. En una posicion análoga se encuentran en el centro de los Alpes, las especies de granito que se han designado con el nombre de *protogina*; sin embargo, las observaciones de Elias de Beaumont, unidas á las diferencias que se han observado desde hace mucho tiempo entre estas rocas y las de las otras comarcas, parecen indicar una época particular en su formacion.

Todavía se encuentran granitos mas arriba en las formaciones; existen capas subordinadas en los depósitos de micasquistos, y despues masas considerables sobre estas rocas. Tambien se encuentran; pero rara vez, en los depósitos de esquisto arcilloso que terminan la serie primitiva, y existen asimismo depósitos independientes sobre estas rocas, como en las islas de Shetland, en Kielvig, y en la extremidad septentrional de la Noruega. En fin, el granito se manifiesta en los depósitos intermediarios donde se une con las sienitas, de que hablaremos muy pronto; entonces suele ser imposible distinguirle de los granitos mas antiguos.

El *gneiss*, como acabamos de decir, empieza á manifestarse en capas alternadas con los granitos que parecen seguir inmediatamente á los que hemos visto en masas en la parte mas interior de las formaciones minerales; pero constituye muy pronto por sí solo depósitos independientes, en medio de los cuales se encuentran muchas rocas calcáreas ó anfibólicas de cuarzo, de hialomictos, etc.; despues alterna periódicamente con los micasquistos y cuando esta última roca constituye una formacion particular, el gneiss se manifiesta todavía en ella en capas subordinadas. Vuelve á encontrarse despues con el granito posterior al micasquisto y aun con el que se encuentra sobre el esquisto arcilloso, existe aun en los depósitos que acompañan á la *sienita*.

La *leptinita* se muestra inmediatamente sobre el granito mas antiguo, donde parece ser una pequeña formacion independiente, cubierta por el gneiss, ó donde ocupa el lugar de este; tambien se encuentra en los depósitos de granito y de gneiss intercalados donde forma capas subordinadas; se la encuentra igualmente en los terrenos de *sienitas* donde es indudablemente una modificacion del gneiss, lo cual quizá es siempre lo mismo.

La *pegmatita* constituye una formacion independiente, cuyo preludio parece ser el granito de granos gruesos intercalados en el gneiss, y que es siempre muy notable por las sustancias que se hallan diseminadas en él. Esta formacion se halla sobrepuesta al gneiss independiente y se presenta en un gran número de localidades en espacios muy extensos.

El *micasquisto* despues de haberse manifestado en capas subordinadas al gneiss independiente, acaba en las partes medias del terreno primitivo, constituyendo por sí solo depósitos muy extensos, á los cuales se hallan subordinadas capas de granitos, de gneiss, como hemos dicho ya, capas calcáreas y anfibólicas, cuarzo, hialomictas de todas las variedades, y esquistos arcillosos; muy pronto deja de constituir por sí mismo una formacion independiente, volviéndosele á encontrar en capas subordinadas en los esquistos arcillosos, y mas arriba vuelve á encontrársele algunas veces en los terrenos intermediarios, ya sea con las *sienitas*, ya en medio de todos los depósitos que pertenecen á este período.

La *hialomicta* constituye rara vez formaciones independientes; mas bien son en general capas subordinadas que se encuentran en los diferentes depósitos sobrepuestos al granito antiguo, hasta la parte superior de los depósitos intermediarios. La *hialomicta granitoidea* parece ser posterior al gneiss independiente, y aproximarse mas ó menos á los depósitos de pegmatitas formando masas que suelen ser considerables. La *hialomicta esquistoidea*, se halla algunas veces en el gneiss, pero mas particularmente en los *micasquistos* de que no es mas que una modificacion, tanto en los de los terrenos primitivos, como en los que se refieren al período intermediario. Tambien existe en los depósitos de esquisto arcilloso. Parece asimismo, segun una observacion de Eschwege, que constituye una formacion independiente encima de estos depósitos, y principalmente en el pico de Itacolumi en el Brasil, donde es notable por la presencia del hierro oligisto, del oro, y mas aun por la del azufre; en esta situacion tiene algunos caracteres particulares y Eschwege ha propuesto darle el nombre de itacolumita.

El *esquisto arcilloso* se empieza á manifestar en capas subordinadas en medio del gneiss, aun en el mas antiguo, ó en medio del micasquisto, y concluye por constituir depósitos independientes muy considerables, que terminan, ó mas bien por los cuales se termina la serie primitiva. Todavía se le encuentra en los depósitos intermediarios, algunas veces con caracteres absolutamente semejantes á aquellos que presenta en los terrenos anteriores, mas siguiendo siempre con los caracteres particulares que le hacen reconocer aun en los fragmentos que contienen estas colecciones.

Las pajitas de mica tambien unidas entre sí en las rocas primitivas, que parecen formar un todo, estan aquí aisladas unas de otras y confundidas á la ventura; no parece sino una parte homogénea, en la cual se hallan diseminadas las pajitas en gran número.

Estas rocas esquistosas de los terrenos intermediarios son designadas frecuentemente con el nombre de *grauwacke*, al cual se añade el epíteto *grosera* ó *esquistosa* segun sean mas ó menos finas ó se hallen mas ó menos mezcladas con fragmentos extraños de granos redondeados. Estas son las rocas designadas con el nombre de *Traumates* por Daubuison y Brongniart, y una parte de las *filladas* de los mismos autores.

La *sienita* empieza á manifestarse encima de los depósitos formados de capas alternativas de granito y de gneiss, ó de protegina y de gneiss, y aun en capas subordinadas al gneiss; pero se halla en mayor abundancia entre los terrenos primitivos y los intermediarios, y unida mas particularmente con estos últimos; algunas veces se halla sobrepuesta á rocas arenáceas intermediarias, ó á calcáreas negras conchilíferas. Se une con frecuencia á pórfidos con base de *dolerita* que á su vez se unen íntimamente á los traquitos en ciertas localidades; tambien pasa á verdaderos granitos que forman algunas veces depósitos considerables.

La *eufotida*, las *dialajas* y las *serpentinas*, son rocas bastante análogas de posicion á la *sienitas*, empiezan á manifestarse en los micasquistos independientes, donde forman capas subordinadas. Mas arriba constituyen formaciones particulares sobrepuestas á los micasquistos, y aun el esquito arcilloso. Entonces es sobre todo cuando la *eufotida* se une con depósitos de dialaja ó mas bien de *serpentinas diálájicas* ó serpentinas simples, que son ordinariamente las mas abundantes. Se encuentran depósitos absolutamente semejantes en formaciones mas elevadas, en las sienitas intermediarias sobrepuestas á calcáreas negras por lo menos intermediarias y aun á depósitos que pertenecen á formaciones secundarias bastante modernas por lo menos contemporáneas del *lias* si es que no pertenecen á las arenas verdes que anuncian la creta.

Es de notar que existen serpentinas mas antiguas que las que acabamos de citar, que tal vez son de naturaleza diferente; tales son las serpentinas de la *leptinita*; las de la formacion del gneiss ó de los depósitos alternativos de gneiss y micasquisto.

La *dioritas* es en general una roca subordinada que se encuentra en diferentes terrenos en capas y aun en filones. Se encuentra casi en todos los terrenos primitivos sobrepuestos al terreno antiguo; unas veces son *dioritas granitoideas* y otras dioritas compactas. Estas dominan los terrenos intermediarios y en ellos sirven comunmente de base á las rocas porfídicas ó á las amigdaloideas; se encuentran igualmente y á veces en gran cantidad en el grés ullífero, y en el rojo que son siempre dioritas compactas á veces verdes, á veces negras, pareciéndose entonces mas ó menos á los basaltos; á veces son tambien amigdaloideas pero en general las rocas amigdaloideas, de que el grés rojo ofrece grandes depósitos, tienen una pasta muy diferente parda ó roja, cuya naturaleza no se conoce bien.

La *dolerita* parece rara vez hallarse en otra parte que en los terrenos basálticos; sin embargo es cierto que varias rocas consideradas como diorita compacta, contienen una gran cantidad de altita y de piroxena. Igualmente se encuentran en los terrenos traquíticos con rocas muy análogas compuestas de albita y de hornblenda.

Yacimiento del carbonato calizo. Acabamos de ver

las posiciones relativas de diferentes rocas compuestas que constituyen esencialmente los terrenos primitivos y aun una parte de los intermediarios. Los grandes depósitos que forman el resto de la costra sólida del globo, estan en muy gran parte formados de carbonato calizo que presenta algunos caracteres particulares segun las diferentes edades, y que es preciso dar á conocer; recorreremos los principales depósitos de las diferentes épocas.

En los terrenos primitivos se encuentran capas calcáreas en medio del gneiss, independiente y sobre todo en los micasquistos y en los esquistos arcillosos. Estas calizas son ordinariamente sacaroideas con láminas mas ó menos finas, unas veces blancas y otras gris azuladas ó con venas grises, rojas, etc. En un gran número de casos son mecánicamente puras, pero en otros muchos estan mezcladas con diferentes sustancias; estas son unas veces pajitas cristalinas de mica ó cristales muy finos de actriota que se hallan diseminados en mayor ó menor cantidad; otras veces son hojas continuas ó interrumpidas y mas ó menos torcidas, de mica, de dialaja, de serpentina, etc., ó bien nidos mas ó menos voluminosos de estas diferentes sustancias. En todos los casos resultan rocas compuestas calcáreas de estructura esquistora ó entrelazada.

En los *terrenos intermediarios* se encuentran tambien capas calcáreas semejantes á las que acabamos de citar y en relacion con rocas del mismo género; pero esto es particularmente en los depósitos inferiores, porque en las partes medias, son calcáreas compactas, algunas veces blancas, por lo general coloreadas de diferentes modos, unas veces puras, otras mezcladas con mica, actinota, dialaja, etc. En las partes superiores de este gran período de formacion, los depósitos calcáreos son todavía mucho mas considerables; no son simplemente capas intercaladas con otras diferentes clases de rocas, sino montañas enteras que se prolongan á muy grandes distancias. Las calcáreas que forman estas montañas son compactas, por lo general grises, negras ó de colores oscuros, algunas veces verdosos, rojizos y aun de color rojo decidido mas ó menos vivo. Las mezclas de minerales extraños son en ellos mucho mas raros que en las partes medias del período; pero se encuentran muchos restos orgánicos que son casi todos característicos tales como *orthoceratites*, *spiriferas*, *evonfalas*, *productus* de diferentes especies, *encrinitas* á veces en cantidad prodigiosa, diferentes clases de *políperos* que no se encuentran en otras partes, diferentes especies de *calimene*, de asafos, etc., que constituyen la familia de los *trilobitos*. Estos restos son á veces muy abundantes, pero en otros casos son muy raros, y se recorren espacios considerables en las montañas sin encontrar señal alguna de ellos.

En los *terrenos secundarios* el carbonato calizo constituye casi todos los depósitos que se encuentran en diferentes alturas. Entonces son en general calcáreas compactas ó mas ó menos terrosas ó calcáreas dolíticas, que se diferencian principalmente unas de otras por la naturaleza de los restos orgánicos que las contienen cuando por una ú otra circunstancia no se pueden ver los depósitos que preceden y los que siguen y por consiguiente reconocer su posicion en la serie.

El primero de estos depósitos calcáreos es designado por los alemanes con el nombre de *zechstein*, y por *Omalius de Halloy* con el nombre de *calcárea peneana* adoptado por Brongniart. Por lo general es una calcárea gris ó negruzca, frecuentemente bituminosa y fétida. Está separada de la última de las calcáreas intermediarias por depósitos, las mas veces considerables, de materias arenáceas, designadas con los nombres de grés ullífero y grés rojo. Contiene pocos restos orgánicos ordinariamente unidos de una manera íntima con la roca y muy alterados porque todos son característicos, y principalmente el *productus aculeatus* y *speluncarius*, la *terebrátula paradoxa* y *pygmea*; no hay orthoceratitas, evonfalas ni trilobitos, y apenas se encuentran *ammonitas* que existen en abundancia en los depósitos siguientes.

El segundo depósito separado del primero por las materias arenáceas llamadas *bundter sandstein* (grés abigarrado), *red-marles*, es designado por los alemanes con el nombre de muschelkalk, que se traduce por la expresion *caliza conchiliana*. Presenta ademas una materia compacta, pero de un tinte mas claro que la calcárea precedente y muy notable ademas por el gran número de restos orgánicos que son todo diferentes de los de la *calcárea peneana* á veces hasta en los géneros. En él se encuentran *ceratites* conchas particulares que se han designado con los nombres de *ostracites pleuronectis*, *lævigatus*, y *discites*, *mytulites*, *solialis*, pero que no pertenecen al género *ostrea* ni al *mytilus*. Los *buccinitos*, los *strombitos* y los *plagiostomos* que no existen en los depósitos anteriores, se manifiestan en él en abundancia; pero todavía no hay *ammonitas*.

Un tercer depósito muy notable designado en Inglaterra, donde primeramente fue observado con el nombre de *lias*, se presenta en el órden de las formaciones. Reposa sobre el grés abigarrado, cuando la calcárea conchiliana falta; pero parece hallarse separado de este último por depósitos terrosos bastante análogos á algunos de los que se encuentran en el grés abigarrado, y que se designan con el nombre de *margas keupricas*, y por grés designados con el nombre de *quadersandstein* por los alemanes. Por lo demás la calcárea *lias* difiere esencialmente de todas las demás; casi siempre es una calcárea blanca poco compacta, frecuentemente grosera y terrosa; solo en el centro de los Alpes, en la inmediacion de las rocas primitivas presenta caracteres diferentes, lo que se explica fácilmente, suponiendo un orígen ígneo á las rocas de cristalizacion, en medio de las cuales se encuentra. Entonces es compacta y aun sacaroidea con colores variados mas ó menos vivos y acompañada de rocas esquistoideas, de las cuales unas son llamadas bastante vagamente *esquisto arcilloso*, *arcillo calcáreo* ó *calesquisto*, y las otras, *esquisto esteatitoso* ó *esteasquisto*; pero en este mismo caso presenta los caracteres zoológicos que se encuentran en los depósitos situados lejos de las montañas primitivas. Esta formacion calcárea es en efecto eminentemente distinta de las otras, por la circunstancia de que en medio de ellas se encuentran por primera vez los *belemnitas* que suelen ser en cantidad considerable. En ellas se encuentran muchas *ammonitas* de especies particulares, y la *gryphea arcuata* que no se observa en ninguna otra parte, tambien existen un gran número de géneros de conchas, cuyas especies son casi todas particulares á este depósito.

El cuarto *depósito calcáreo* nos prueba lo que se llama *formacion jurásica*; porque las montañas del Jura se componen de él enteramente. En él se distinguen, por lo general, tres órdenes que estan bastante distintamente caracterizados. En la parte inferior existen *bolitas ferruginosas* y *calcáreas compactas* á veces íntimamente unidas, generalmente blancas ó de color gris amarillento, y por lo comun divididas irregularmente en todos sentidos. Finalmente en la parte superior se encuentran bien calcáreas, llenas de políperos, y que en Inglaterra se designan por esta razon con el nombre de *coralrag*, y entre nosotros con el de *calcárea zoofítica* ó bien *calcáreas esquistoideas*, designadas bastante impropiamente en algunas partes con el nombre de *lavas*. Estos diferentes depósitos que se subdividen aun de diferentes maneras se distinguen tambien unos de otros por los restos orgánicos; las *belemnitas* y las *ammonitas* se hallan en las partes inferiores con otras muchas conchas, de las

cuales las mas características son: *trochus similis, cirrus nodosus, trichites, plagiostoma punctata* y *rigida, terebratula carnea* y *spinosa*, que no se encuentran en el *lias*, ni se conocen en las partes medias del depósito que nos ocupa. En estas donde las conchas estan generalmente rotas, y de las cuales casi no se encuentran mas que fragmentos, se reconocen *nerineas* que parecen ser características; el *pterocerus occani*, algunas *modiolas* de especies particulares, *zoófitos*, tales como las *astreas* y *caryofileas*, de que el depósito inferior no ofrece señales, y diferentes especies de reptiles, muy diferentes de las que se encuentran mas arriba y de las del *lias*. En la parte superior no hay menos diferencia; en primer lugar solo allí es donde se empiezan á encontrar restos de mamíferos y de aves; los reptiles, cuyos restos se encuentran son todos de especies particulares y entre las conchas se distinguen la *pinna granulata, trigonia clavellata, lutraria jurasii, ostrea crista galli, terebratula digona* y *ornithocephala* que son características, y otras muchas conchas de especies diferentes de las de los depósitos anteriores.

Tambien existen en esta parte superior diferentes capas calcáreas separadas de los dépositos anteriores y entre sí por arcillas ó margas que presentan caractéres particulares; tales son las calcáreas de Portland y de Purbeck en Inglaterra; esta última especialmente es notable por la presencia de las conchas de agua dulce (*paludina vivipara*) primeras que se empiezan á encontrar.

El quinto déposito calcáreo separado de los anteriores por arenas ferruginosas (*ironsand*), y arcillas *wald-clay* de los ingleses, (*arcilla veldiana* de Brongniart), es el terreno cretáceo, en el cual se puede distinguir la *creta verde* (*green sand* de los ingleses, *glauconia cretácea* y arenosa de Brongniart), la *creta tobacea* y la *creta blanca* que se suceden en este órden y se hallan íntimamente unidas entre sí aunque difieren por los caracteres mineralógicos, y aun zoólogicos hasta cierto punto. La *creta verde* es una calcárea terrosa mas ó menos sólida que contiene cierta cantidad de granos pequeños verdes y que se une íntimamente á una arena del mismo color fácil de reconocer en la parte inferior del déposito. La *creta tobacea* es agrisada, muy arenosa y á veces bastante sólida; en fin, la *creta blanca* es tambien mas ó menos arenosa, rara vez sólida y forma en general la parte superior de los dépositos. Este terreno cretáceo contiene muchas especies de conchas que no se encuentran en ninguna otra parte y ademas las presenta particulares á diferentes alturas; así en las arenas verdes inferiores se encuentran el *cirrus depressus, la cassis avellana, la gryphea columba* que no existen ni áun en la creta verde compacta. En estas se encuentran *ammonites canteriatus y selliguinus, trochus gurgitis, cerithium excavatum*, etc. En la *creta tobacea* se encuentran *belemnites mamillatus, baculites anceps, ammonites varians y rhotomagensis, hamites alternatus*, etc. Estos cuerpos estan ademas mezclados siempre con otros muchos qué son particulares de los terrenos cretáceos, tales como *turrilites costatus, scaphites striatus y costatus, pecten quinque costatus*, etc.; la primera falta sin embargo en la creta blanca y quizá esta creta se halla ademas caracterizada por varios *equinitos*, tales como el *ananchites ovata, cidarites vulgaris, salxatilis y papillata* que no se encuentran en otras divisiones y que por otra parte no existen sino en estos depósitos.

En los terrenos terciarios encontramos aun depósitos calcáreos muy variados, cuya masa está separada del terreno cretáceo por arcillas, arenas ó aglomeraciones de cantos rodados. Los mas antiguos y tambien los mas abundantes son las calcáreas que sirven en algunos puntos para la construccion y que suelen designarse con el nombre de *calcárea marina parisien* aunque se encuentran en localidades muy diferentes. Por lo general son amarillentas ó de color blanco sucio, mates, poco compactas, mas ó menos sólidas, casi siempre mezcladas con arenas finas, y por lo general llenas de conchas de un gran número de géneros y especies mucho mas parecidas á las conchas que viven actualmente en nuestros mares, que á las que hemos citado en las calcáreas anteriores de las cuales tampoco se encuentran las especies ni aun los géneros porque ya no hay ni *ammonita* ni *belemnitas*, etc. El número de las especies de conchas que se han determinado, se eleva á mas de mil quinientas, entre las cuales es casi imposible elegir especies características. Las *ceritas*, las *bocinas*, los *murex*, las *conchas turbinadas ó turriculadas* en general, son sumamente numerosas. Se han designado con frecuencia estas calcáreas con el nombre de *calcárea de Ceritas*, porque las ceritas son verdaderamente características tanto por su número como por la variedad de especies: en las partes en que el carbonato de cal es mucho menos abundante que las partes arenosas, y en donde el déposito ha permanecido movible, estas conchas se encuentran perfectamente conservadas; los apéndices mas finos, los contornos de la boca han permanecido perfectamente intactos; en todo, lo único que se ha perdido, ha sido el color, y al verlas en el terreno, es imposible dejar de conocer que los dépositos se han formado lentamente en el fondo de un mar donde no ha habido despues trastorno ni alteracion alguna. En las partes sólidas por el contrario, la testa de las conchas suele hallarse destruida, de lo cual es difícil averiguar la causa, y no queda mas que el molde interior de la concha y la impresion exterior sobre la roca; entre los dos se encuentra un vacío que denota el espesor de la concha. Sucede tambien en algunos puntos, que las conchas se presentan bastante menos abundantes y que los depósitos tienen mas consistencia y mas compacidad; algunas veces son foliáceos, en cuyo caso encierran impresiones de peces y de plantas entre sus hojas.

Encima de este depósito calcáreo que contiene tantas conchas esencialmente marinas, es decir, que se aproximan considerablemente á lo menos por sus géneros á las que viven en nuestros mares, se hallan algunos que no contienen mas que conchas análogas á las de nuestras aguas dulces y que frecuentemente difieren poco de las que tenemos en nuestros arroyos y rios; tales son las *limneas planorbus, fisas, paludinas ó conchas turriculadas* de los géneros *melania* y *melanopside*.

Los hay de varias épocas; alrededor de París se observan capas inferiores que reposan inmediatamente sobre las calcáreas precedentes y una capa mas elevada separada de la primera por una formacion de *sulfato yeso*; esta última contiene tambien algunas veces conchas terrestres del género *hélice* que se encuentran con bastante abundancia en otras localidades donde es difícil fijar la idea relativa del depósito.

Estas calcáreas son algunas veces compactas, de granos muy finos y muy difíciles de distinguir entonces de ciertas calcáreas del Jura en los ejemplares que no contienen conchas: otras veces son menos sólidas y aun enteramente terrosas, llenas de arena fina ó mezcladas de arcilla. Las partes compactas son frecuentemente silíceas; la sílice se halla en ellas ya diseminada uniformemente, ya en una especie de red que forma una masa celulosa cuando se separa el carbonato de cal por un ácido. La presencia de la sílice ha hecho frecuentemente designar estas calcáreas con el nombre de *calcáreas silíceas*.

Sobre estas calcáreas de conchas de agua dulce, se presentan de nuevo calcáreas de conchas marinas que se designan con el nombre de *calcárea morrillo*

ó *margas marinas*, las cuales encierran algunas especies de los primeros depósitos terciarios con otras que les son particulares. En las cercanías de París tienen una posicion bien caracterizada : en otras localidades solo se puede distinguirlas con probabilidad por la naturaleza de los restos orgánicos y diversas clases de consideraciones.

En los déposítos mas modernos de nuestros continentes, en los que se refieren á las formaciones que continuan en nuestros dias se encuentran tambien masas muy extensas de carbonato calizo: tales son las tobas calcáreas que se forman en la superficie del suelo por las aguas que se han cargado de materias calizas al atravesar los depósitos mas antiguos. Hay algunas que constituyen masas considerables cuya materia es compacta, homogénea y mas ó menos cariada : otras son fibrosas, estalactíticas, estratoideas, y en fin, hay algunas que son casi térreas. Frecuentemente contienen restos de plantas de conchas terrestres, algunas veces fluviátiles pertenecientes todos á los vegetales y conchas que sirven aun en los lugares inmediatos.

Por último, se forman continuamente aun depósitos calcáreos que parecen muy extensos en nuestros mares, ya sea sobre las riberasdonde se hallan aglutinadas las materias arenáceas de diferente naturaleza, ya en los fondos donde se encuentran aun mismo tiempo restos de rocas de todas especies, restos de conchas y conchas enteras reunidas por un cimento calcáreo que da á la masa mas ó menos solidez. En algunas localidades estas calcáreas se parecen de tal manera á las calcáreas marinas terciarias que no es fácil engañarse; pero las conchas que se encuentran en ellas son idénticas á las que viven en nuestros mares actuales, á la misma latitud en que existen en nuestros depósitos.

Asimismo se forman diariamente depósitos calcáreos bajo las aguas dulces ; tales son las que se observan en los pantanos Czegled en Hungría que adquieren solidez bastante para servir en la construccion y los del lago Bakie en el Forsfarshire en Escocia. Los de Czegled presentan las mismas tubuluras, el mismo género de fetidez, la misma sobreposicion á los cienos que la calcárea de agua dulce que se encuentra en diferentes localidades.

Acabamos de ver las materias que pueden considerarse que forman esencialmente la superficie terrestre desde las partes mas modernas de nuestros continentes hasta las que se presentan á la mayor profundidad á que podemos llegar; pero existen tambien otras materias que forman en diferentes puntos capas subordinadas mas ó menos considerables y que estan íntimamente relacionadas con los diferentes depósitos principales de que acabamos de hablar. Tales son los *pórfidos y amigdaloides*, el *cuarzo*, el *carbonato dolomia* y los *sulfatos karstenita y yeso.*

Yacimiento de los pórfidos, variolita y amigdaloides. Los pórfidos empiezan á manifestarse en capas subordinadas al gneiss, á los micasquistos y á los esquistos arcillosos de los terrenos primitivos; pero son en general poco abundantes. Con las *sieni-tas* es donde empiezan á encontrarse en cantidades considerables ; allí presentan muchas variedades mas ó menos notables y suelen pasar á *variolitas*; estos pórfidos tienen unas veces base de *diorita* y pasan á la *sienita* por diferentes gradaciones; otras veces tienen bases mas ó menos feldspáticas mezcladas con diferentes materias poco conocidas. Se encuentran ademas pórfidos en medio de los terrenos secundarios en el grés ullífero y sobre todo, en el grés rojo: en estos terrenos forman masas, algunas veces capas mas ó menos considerables y frecuentemente se hallan en relacion con las rocas vidriosas que hemos indicado bajo el nombre de *retinitas*. No parece que se hallen mas arriba á no ser tal vez con algunas eufótidas de las últimas formaciones ; pero en el terreno traquítico existen en gran abundancia y presentan en él un gran número de variedades, algunas de las cuales se relacionan mineralógica y geológicamente con los pórfidos de los terrenos sieníticos. Tambien se hallan en relaciones íntimas con los depósitos de materias vidriosas que hemos llamado *obsidianas y perlitas*, lo cual presenta una circunstancia cuando se compara con sus relaciones con las retinitas, en el terreno del grés rojo. Estos pórfidos de los depósitos traquíticos, son frecuentemente esquistoideos, y entonces suelen ser designados con el nombre de *fonolitas*, porque las láminas en que se dividen son ordinariamente muy sonoras; se encuentran algunas bastante semejantes en los depósitos basálticos, y son aquellos á que se ha dado en un principio el nombre que acabamos de indicar.

Las amigdaloides no se manifiestan segun parece en los terrenos primitivos; pero se observan á diferentes alturas en la serie siguiente. Primero se encuentran en los terrenos intermediarios ordinariamente intercaladas con las masas arenáceas de estos depósitos á los cuales pasan por gradaciones insensibles. Existen en abundancia en los terrenos de grés ullífero, y sobre todo en los depósitos de grés rojo, donde estan en relacion con los pórfidos y las retinitas que las reemplazan en algunas localidades y allí forman masas, filones, y muchas veces montecillos aislados que se relacionan mas ó menos con los depósitos basálticos cuando estos existen en los mismos lugares. Tambien se encuentran amigdaloides en el *lias alpino* donde suelen tener caracteres particulares; pero hasta ahora no se les ha encontrado mas arriba en el órden de las formaciones, y solo en los terrenos basálticos se encuentran mas ó menos; no se observan en el terreno traquítico que bajo este aspecto presenta analogías en los terrenos primitivos.

Yacimientos del cuarzo. Hemos visto que el cuarzo constituye una parte esencial del granito, del gneiss, del micasquisto y de la hialomicta ; pero forma tambien por sí solo capas subordinadas á estas diferentes clases de depósitos, ya en la serie primitiva, ya en la intermediaria ; unas veces es compacto, hialino, mas ó menos trasluciente, lechoso, y rara vez coloreado ; otras por el contrario, tiene una testura que se aproxima mas ó menos á granuloso-compacta, y entonces es siempre opaco ; su masa es ademas frecuentemente mas ó menos esquistoidea ; bajo este último estado se la encuentra mas particularmente en los terrenos intermediarios, y tambien en los depósitos secundarios donde se prolonga.

Durante mucho tiempo se ha considerado el cuarzo en capas, como perteneciente solo á los terrenos primitivos é intermediarios; pero una observacion de Humboldt ha hecho admitir su presencia en los terrenos secundarios. Este célebre sabio en su memorable viaje á las regiones equinocciales, observó depósitos de algunos miles de espesor que consideró como base de los terrenos secundarios en reemplazo del grés rojo. Unas veces es *cuarzo compacto*, de fractura escamosa, análogo al que se encuentra en capas en el gneiss y otras *cuarzo granugiento* análogo al de los terrenos intermediarios. Unas veces reposa sobre el granito, otras veces sobre pórfidos intermediarios, y sostiene inmediatamente los depósitos calcáreos secundarios designados con el nombre de *zechstein*; algunas veces se halla intercalado con ellos.

Las observaciones de Elias de Beaumont haciendo ver que todo lo que se ha considerado como terreno intermediario en los Alpes, es realmente terreno secundario, dan mucha extension al hecho observado por Humboldt. Es preciso admitir actualmente capas de cuarzo en el grés ullífero, en el grés rojo y quizá hasta en los depósitos de *lias* donde reemplazaria al grés designado por los alemanes con el nombre de *quadersandstein*.

Despues de estos depósitos, únicamente en los terrenos terciarios se observa el cuarzo en estado de pureza; entonces es granugiento y constituye depósitos arenosos mas ó menos agregados que la mayor parte de las observaciones hacen considerar como materias arenáceas producidas por la corriente de las aguas.

Tambien se encuentra sílice en los terrenos terciarios, en depósitos formados evidentemente por cristalizacion, pero esto no es cuarzo propiamente dicho, sino pedernal, que constituye lo que se llama *piedra molar* y que se halla enteramente en la parte superior de esta serie de formacion. La pidra molar se encuentra sobrepuesta á las arenas que forman la masa principal de algunas colinas y con las cuales parece tener á veces una relacion muy íntima. Forma masas y nidos en medio de ciertas arcillas que coronan parcialmente estos depósitos, y contiene frecuentemente *limneas, planorbos, fisas* y algunas veces el *ciclostomo elegante* que se encuentra vivo en los mismos lugares.

Yacimiento del carbonato dolomia. Esta sustancia pertenece casi á todas las formaciones donde constituye por lo comun capas subordinadas á otras diferentes clases de rocas, y algunas veces depósitos mas ó menos considerables. Se encuentra en primer lugar en los terrenos antiguos que son por lo menos muy aproximados á los primitivos, si no les pertenecen; en ellos forma capas poderosas intercaladas con micasquistos y rocas de serpentina y algunas veces montañas aisladas; pertenece entonces á las variedades sacaroidea, granugienta, de poca consistencia y suele contener varias sustancias diseminadas como silicatos, mica, turmalina y tremolita, carbonato calizo, sulfuros de arsénico, de antimonio, de zinc y de hierro, aluminia y corindon; tal es la que se encuentra al rededor del san Gotardo en los Alpes. Existen tambien masas considerables de esta sustancia en los terrenos secundarios donde forma colinas á veces muy extensas, montecillos cónicos aislados por el vértice; pero que se unen unos á otros por la base. Se encuentra primero, en la calcárea peneanea, que hemos indicado encima del grés ullífero, y algunas veces reemplazando enteramente á esta roca, y conteniendo entonces como el esquisto bituminoso impresiones de peces, sobre todo en las partes inferiores, asi como restos de conchas, madréporas, etc. Existe tambien en capas y en masas en medio del grés abigarrado, n la proximidad de lias sino forma parte de él, y mas arriba en la parte media de las formaciones jurásicas, quizá tambien en la parte superior. Buch ha visto en el Tirol, las *dolomias secundarias*, constantemente en relacion con las amigdaloides y el basalto, de donde ha inferido comparándolas con las dolomias del Somma arrojadas ó atacadas por el Vesubio, que no eran entonces mas que una transformacion del carbonato calizo por la accion de los agentes subterráneos, en el momento en que las amigdaloides y basaltos, considerados como de orígen ígneo, han sido expelidos del seno de la tierra. Segun esta hipótesis que no es en manera alguna inverosímil, se ve que puedan encontrarse semejantes dolomias, donde quiera que hay calcárea ordinaria, en relacion con rocas cristalinas que se pueden considerar como formadas por el fuego y que esta sustancia no tendria en tal caso, un depósito especial. Quizá se podrian distinguir entonces dos clases de dolomia; á saber: las *dolomias naturales*, producidas por sedimento cristalino, que comprenderian las que se encuentran en capas, en diferentes épocas de formacion, y las *dolomias por transformacion*, que serian las que se encuentran en relacion con los productos ígneos, y á las cuales se agregarian quizá, las que existen en los terrenos primitivos. Tal vez con el tiempo se llegará á reconocer que en todos los casos, la dolomia, no existe sino por transformacion.

Estas dolomias secundarias, estan casi siempre compuestas de una multitud de cristales pequeños, muy brillantes, nacarados, que dan á la masa una estructura sacaroidea muy fina, y un lustre particular; frecuentemente se observan en ellas, un gran número de cavidades pequeñas irregulares, tapizados de cristales aislados de dolomia y algunas veces de aragonito; hay sin embargo, tambien variedades compactas mates en la fractura que es entonces frecuentemente esquirlosa; pero son mucho menos frecuentes y se hallan esparcidas en medio de las otras.

Yacimiento de los sulfatos de cal. Es muy dudoso que existan sulfatos de cal, en los terrenos primitivos; y es difícil hoy citarlos positivamente en los terrenos intermediarios; pero se encuentran en todas las demás partes de las series de las formaciones en capas, ó mas bien en masas mas ó menos considerables. En efecto, existen en la calcárea peneana, en el grés abigarrado, en la calcárea conchiliana, en las margas kenpricas, en el lias, y en la parte inferior de los terrenos jurásicos: esto es lo que se observa en el Mansfeld, la Turingia, el Salzburgo, la gran cordillera del Jura, la Italia, la Sicilia, la Inglaterra, etc., etc. Se sospecha únicamente que exista en el grés verde que precede á la creta; pero se encuentra en los terrenos terciarios, donde sus depósitos, se hallan colocados entre la calcárea de agua dulce inferior, y la superior. Estos últimos depósitos, son notables particularmente por una gran cantidad de restos de mamíferos, aves y reptiles que han sido para Cuvier, objeto de investigaciones y descubrimientos del mas alto interés.

En todas estas posiciones se encuentra por lo general, el sulfato de cal hidratado ó yeso, el sulfato anhidro ó karstenita es mucho mas raro: no se encuentra sino en pequeñas masas, en los depósitos mas antiguos, y solo en las partes de terreno secundario, enclavadas en los terrenos primitivos, es donde mas abunda. En efecto, se encuentra bastante abundantemente en el lias, y en los depósitos jurásicos que se hallan enclavados en los Alpes, y es de creer que el yeso que se ve ordinariamente en estos depósitos donde estan separados de las montañas primitivas, ha sufrido en medio de ellas, asi como las calcáreas, las arcillas, etc., modificaciones particulares que le han convertido en sulfato anhidro. Pero hay mas: diferentes hechos que presentan los sulfatos de cal, en la inmediacion de las montañas primitivas, conducen aun á otras ideas; en efecto, su posicion en las laderas de las montañas, en cuya masa presentan poco, y que suele formar una especie de cintura alrededor de algunos grandes circos, parece indicar formaciones locales de un género particular; su relacion íntima con las rocas amigdaloideas ó con las serpentinas, conduce naturalmente á formar respecto á ellos, la misma hipótesis que para las dolomias. Se puede creer que estos sulfatos, ya sean hidratados ya anhidros, son frecuentemente el resultado de una transformacion de las capas calizas por la accion de los vapores que se han desprendido en el momento en que las amigdaloides, ó mas generalmente las materias cristalinas, graníticas y otras, consideradas como de orígen ígneo, han sido levantadas del seno de la tierra. Segun esto se podrian distinguir tambien *sulfatos de cal naturales* producidos por sedimentos cristalinos, y *sulfatos de cal por transformacion.* Los primeros parecen haberse depositado como hemos dicho en todas las épocas, y los segundos, han podido ser producidos donde quiera que las masas de orígen ígneo, se han abierto paso al través de cualesquiera depósitos calcáreos que pueden pertenecer á todas las épocas. De aquí resulta, que estos sulfatos de cal por transformacion, podrian encontrarse tanto en los terrenos primitivos, como en los intermediarios ó secundarios, puesto que, en todas partes existen calcáreas que pueden ser modificadas unas tambien como otras;

quizá tambien todas las masas de sulfatos calizos que se conocen, en los cuales se suelen ver irregularidades que apenas pueden explicarse en la idea de un puro sedimento, son posteriores á los depósitos en que se encuentran y debidos tambien á transformaciones parciales por una ú otra causa.

CAPITULO III.

SUSTANCIAS MINERALES QUE FORMAN DEPÓSITOS LIMITADOS.

Acabamos de dar á conocer las materias que constituyen esencialmente los diferentes períodos de formacion; las que hemos indicado ya como subordinadas á los depósitos principales, se encuentran en ellos en capas, regularmente estratificadas con las que forman la masa principal del período, y estan limitadas como ellas al exterior por las catástrofes que han abierto los valles, determinado las pendientes de las montañas, etc. Ahora bien, existen otras materias que forman tambien depósitos bastante grandes, pero que no estan limitadas de la misma manera. Hay algunas que parecen haberse depositado en las hondonadas y en las cuencas preexistentes; tales son: la sal comun, los combustibles carbonosos, otros forman filones ó masas mas ó menos considerables; tales son las diferentes sustancias de que se sacan los metales usuales, aunque algunas forman realmente capas que constituyen parte de diferentes formaciones sucesivas.

DE LA SAL COMUN, SAL MARINA Ó SAL GEMMA.

No existe sal en los terrenos primitivos; y hoy es muy dudoso que el que se ha indicado en los terrenos intermediarios, se encuentre realmente en ellos; es asimismo muy probable que esta materia no exista en los terrenos de ulla. En general puede decirse que los depósitos de sal, que mejor conocemos se encuentran en una ú otra de las hiladas, que se observan entre el grés ullífero y el lias; es decir, en la calcárea peneana, el grés abigarrado, la calcárea conchiliana, las margas irizadas ó keuper, que preceden al lias, y el lias mismo: quizá existe mucha sobre estas sustancias; pero en este punto, no tenemos mas que conjeturas y aun hoy han perdido algo, de la fuerza que podrian tener en otro tiempo. En el grés abigarrado ó en las margas irizadas, es donde se encuentra el mayor número de los depósitos que conocemos. En el terreno de lias, apenas pueden citarse mas que los depósitos de Bex en Suiza, que se habia creido hasta ahora pertenecer al terreno del grés ullífero, y las fuentes saladas de Arbonne y de Salins, cerca de Mautier en Tarantasia, que se habian referido al terreno intermediario. Los depósitos que se ha sospechado pertenecer á épocas mas modernas, son: los de Luneburgo en Hannover, y de Segeberg en Holstein, porque el depósito yesoso de donde salen las fuentes saladas, se halla en la inmediacion del terreno de creta, y se ha sospechado que reposaba sobre este terreno, lo cual le referiria á las formaciones terciarias; pero el hecho es que no se sabe positivamente sobre qué descansan estas colinas yesosas. Al visitar las salinas de Willicska en Polonia, se ha sospechado que aquellos inmensos depósitos pertenecian al terreno terciario, y esto, por efecto de su posicion, al pié de los montes Carpacios en las colinas arenosas que se relacionan incontestablemente con los depósitos terciarios, por la presencia de los lignitos en la masa salífera, y la de un número bastante crecido de conchas pequeñas bibalbas y otras que parecen pertenecer á los géneros *renulites*, *rotalites*, y *miliolites*; pero hoy se conocen lignitos en tantas alturas diferentes en el grés abigarrado, en las margas irizadas, y en el *lias* mismo, que esta circunstancia ha perdido todo su peso; sin embargo, se han observado entre estos lignitos, fragmentos que parecen presentar el tejido de verdaderas dicotiledones que no se encuentran sino poco antes de la creta.

La sal no forma por sí misma capas distintas, en medio de los terrenos que acabamos de indicar; está subordinada á depósitos de arcilla llamada por esto *arcilla salífera* generalmente gris, algunas veces pardo-rojizo, y aun rojo de ladrillo, casi siempre mezclada con una corta cantidad de carbonato de cal: algunas veces se encuentra en masas considerables; pero mas comunmente se halla diseminada con mas ó menos uniformidad en nidos ó en venas en las hendiduras que dividen frecuentemente las masas arcillosas en fragmentos poliádricos. Casi siempre se encuentra al mismo tiempo uno ú otro de los sulfatos de cal, ya en masas ó capas, ya diseminadas en forma de riñones; estas materias nunca faltan enteramente, y solo se hallan algunas veces reemplazadas por cristales esparcidos en la masa arcillosa. Pocas materias mas, se encuentran en estos depósitos, algunas veces se encuentran nidos muy silíceos, carbonato de hierro y sulfuro de hierro en riñones aplastados, algunas veces sulfuros de plomo y de zinc. Los restos orgánicos son raros en ellos; sin embargo, se observan en Willicska, lignitos en fragmentos esparcidos, frutos y hojas acorazonadas que pertenecen quizá á plantas dicotiledones, tambien se encuentran conchas multiloculares, y se han observado fragmentos de madrépora en masas de sal, cuyos ejemplares han sido cogidos en lassalinas de Gmunden en Austria.

Las fuentes saladas que son en muchos puntos objeto de explotaciones, proceden sin duda de las aguas que han atravesado los depósitos salíferos; lo que es positivo, es que estas fuentes salen de los terrenos que hemos indicado, y que existen en los lugares en que se explota ó por lo menos se conoce la sal en masa.

Ademas de estos depósitos, la sal comun se encuentra en disolucion en las aguas de los mares, en las de un gran número de lagos y algunas veces en los volcanes. Tambien se halla en eflorescencia en la superficie de diferentes rocas y de depósitos aun muy modernos, acompaña casi siempre al nitro, en cantidad bastante grande para poder ser un objeto de especulacion en los grandes refinos.

DE LOS COMBUSTIBLES CARBONOSOS.

Los combustibles carbonosos que son muy abundantes en la superficie de la tierra, sobre todo en ciertas comarcas pertenecen á casi todas las edades; empiezan inmediatamente encima de los terrenos primitivos, y no acaban sino en los depósitos mas recientes de nuestros continentes y aun se acumulan todos los dias en nuestros mares. Pero varian considerablemente segun las diferentes épocas de formacion: se les designa con los nombres de *antracito*, *ulla*, *lignito*, *estipites*, *maderas alteradas* y *turba*.

Antracito y *ulla*. Se llama antracito á una materia carbonosa negra, de lustre bastante vivo que no contiene betun y que es muy dificilmente combustible. Se da el nombre de ulla, á una materia bastante análoga, que contiene betun en mayor ó menor cantidad que arde con facilidad, liquidándose en el primer momento, hinchándose despues y que deja un carbon poroso, de lustre metaloideo, difícil de quemarse.

El antracito empieza á manifestarse en los terrenos intermediarios, donde se encuentra por lo general, en medio de las rocas designadas con el nombre de *grawakhe*, y algunas veces entre capas de rocas amigdaloideas ó porfídicas. Pero se encuentra tambien mas arriba en la serie de las formaciones; primero con la ulla, en medio de la cual, forma venas, riñones y aun

capas; despues y mas particularmente todavia en el lias alpino. Podria muy bien suceder que esta sustancia no tuviera un depósito particular y que fuera solo una modificacion, ya de la ulla, ya de los estipites y lignitos por circunstancias diversas que han hecho desprender el betun ó las materias volátiles que estos combustibles contienen. En efecto, se puede notar que el antracito se encuentra en general en terrenos donde existan frecuentemente amigdaloides, doleritas, diferentes pórfidos, gneiss, esquistos arcillosos ó talcosos, etc., en relacion íntima con las materias arenáceas que contienen el combustible. Ahora bien si como hemos dicho estas rocas pueden ser consideradas como de orígen ígneo, es claro que han debido en el momento de su expansion ejercer una influencia considerable sobre todas las materias de los terrenos que han atravesado. Por consiguiente habran modificado las capas combustibles como todas las demás, y esto tanto en los terrenos intermediarios, como en los secundarios.

Las materias arenáceas, que acompañan al antracito, contienen con bastante preferencia restos orgánicos; pero en general estan muy alterados y apenas se pueden determinar las especies; solo se ve que son restos de plantas que deben referirse á la familia de los helechos, y á la de las equintaceas. Solo en los depósitos de antracito del lias alpino, se han encontrado restos susceptibles de determinacion, y lo notable es, como hemos dicho ya, que pertenecen á las mismas especies de plantas que se encuentran en el terreno ullífero que es mucho mas antiguo.

La ulla propiamente dicha no se encuentra segun parece en los terrenos que se consideran como intermediarios. Se encuentra solo en los depósitos arenáceos que les siguen y que se han designado por efecto de su presencia con el nombre de grés ullífero. En ellos forma capas mas ó menos gruesas donde existen ordinariamente varias sobrepuestas unas á otras; hay localidades en que se encuentran de este modo mas de sesenta: estas diferentes capas estan separadas por grés análogos á los que las envuelven; pero mas carbonosos, ó por materias finas bastante sólidas, esquistosas que no son sino variedades; estas materias son las que se designan con el nombre de *arcilla esquistosa*, esquisto carbonoso, grés esquistoso carbonoso y esquisto bituminoso inflamable. El espesor de estas capas varia considerablemente: algunas veces no es mas que de ocho á diez pulgadas; pero comunmente es de dos á cinco piés y en algunas localidades llega hasta diez y ocho ó veinte y aun mucho mas. Estas considerables capas no son mas que reuniones de conchas pequeñas separadas por lechos apenas sensibles de materias térreas mas ó menos carbonosas.

Las materias arenáceas terrosas ó esquistosas que acompañan á la ulla, ó que se encuentran entre sus capas, contienen un gran número de restos orgánicos que generalmente estan bastante bien conservados para distinguir claramente las especies. Estos restos pertenecen á vegetales de las familias de las equisetáceas, helechos, etc., y presentan especies particulares. No hay por lo menos en lo que se ha podido estudiar hasta ahora, ninguna planta de la familia de las cicarocas. Estos restos vegetales, son unas veces impresiones de hojas, de las cuales las mas abundántes que son análogas á las del helecho, ofrecen muchas variedades, y otras veces tallos de plantas que se han comparado á las del bambú. Entre estos tallos, unos son acanalados en su longitud, simples transversalmente ó divididos por anchas extrangulaciones; otros son unidos y todos presentan impresiones hondas, cuya forma varia y que parecen haber sido el punto de union de otros tantos peciolos. Estos restos pueden compararse, unos, á verdaderos helechos de gran tamaño, otros, á plantas de las familias de los lierpodios aroideas y equisetáceas. Estos tallos estan algunas veces colocados verticalmente en la masa de los grés donde atraviesan todas las hiladas, y suelen hallarse en gran número. Se han observado hechos semejantes en varias localidades donde son evidentemente tallos análogos á los anteriores, y en algunas otras donde solo se han indicado troncos de árboles. En todos casos el centro de estos tallos está ocupado, ya sea por grés, ya por arcilla semejante á la de las capas en que se encuentra; la parte exterior se ha convèrtido en ulla ó en antracito; algunas veces toda la masa se ha convertido en carbonato de hierro compacto ó térreo.

Es de notar que todas estas plantas se diferencian enteramente de las especies de iguales familias que vegetan en la superficie del suelo, y que sus análogas no se hallan sino entre las plantas de las regiones equinocciales.

Es muy raro encontrar restos de animales en el terreno ullífero; en él se reconocen sin embargo peces que se hallan particularmente en los riñones de carbonato de hierro en que parecen haber sido centro de atraccion. Tambien se han encontrado conchas en algunos depósitos carbonosos, en las cercanías de Newcastle y otros lugares en Inglaterra y en los paises ullíferos de Rotlemburgo y Sulh en Alemania; estas conchas son bivalbas y tienen alguna analogía con las muletas y anodontes ó almejas de agua dulce.

Forma de las capas. Las capas de ulla suelen afectar formas muy notables. Ordinariamente son casi planas, cuando no se las considera mas que en una parte de su extension, y se inclinan entonces formando cierto ángulo hácia un punto del horizonte; pero cuando se las examina en grande comparando entre sí las profundidades de los diferentes pozos de extraccion de una misma comarca, ó las diversas inclinaciones de la misma capa en todas las partes de su extension, se observa que son cóncavas en la mayor parte de los lugares. Partiendo del punto mas bajo, las capas se elevan con mas ó menos rapidez por todos lados sobre las pendientes de las montañas circunvecinas, siguiendo en su direccion todas las sinuosidades de aquellas.

Ademas de la curvatura general que acabamos de indicar, las capas de ulla forman ademas en diferentes puntos de su extension ondulaciones mas ó menos aparentes, irregulares, que donde quiera que ha podido verse su sobreposicion al suelo preexistente, son sin duda alguna el resultado de la forma que presentaba la superficie de este último.

Las capas de ulla, presentan todavía otras circunstancias que no son menos significativas. Sucede frecuentemente que la misma capa se encuentra doblada sobre sí, contorneada de una manera mas extraña formando un número mas ó menos considerable de zigzag mas ó menos abiertos, de brazos mas ó menos largos, y que se repiten de la misma manera un número indefinido de veces en toda la extension del depósito. Las mas veces, todas las capas de la misma mina se hallan torcidas de la misma manera y las materias terrosas que las separan lo estan igualmente. Algunas veces estan rotas en el punto en que se doblan; pero sucede tambien frecuentemente que el codo que forman es bien redondeado y sin rotura alguna.

Consecuencias ó explicacion de las irregularidades. La disposicion general de las capas de ulla en forma de barco, su accion que sigue siempre las sinuosidades de la falta de las montañas vecinas, las diferentes ondúlaciones que presentan en los diversos puntos de su extension y que se hallan en relacion con las irregularidades sobre que reposan, ponen fuera de duda que estos depósitos se han formado en las hondonadas del terreno preexistente, en las cuencas y valles que las montañas dejaban entre sí, y que han cubierto el fondo y las pendientes hasta cierta altura, modelándose exactamente sobre sus paredes. La ma-

yor parte de los depósitos ullíferos que se conocen, parecen realmente otras tantas cuencas particulares en que se reconocen mas ó menos los caractéres que acabamos de indicar; pero es raro que las diferentes cuencas se hallen aisladas; frecuentemente se ve, un cierto número de ellos que se relacionan unas con otras y cuyo conjunto forma una zona de direccion constante algunas veces en un grande espacio. Estos son, segun parece, depósitos parciales que se han formado en varios puntos y en una misma época en largos y extensos valles, así como en las cañadas que conducen á ellos transversalmente, ó bien en dilatados golfos que las montañas dejan entre sí. En cada uno de estos depósitos parciales suelen observarse algunas disposiciones particulares que dependen sin duda de circunstancias locales; pero en todos los de una misma zona existe una disposicion y una direccion que concuerda en un todo con la forma y la direccion del gran valle.

Solo cuando el terreno ha sido levantado por las rocas cristalinas que le han atravesado, no pueden observarse estas disposiciones generales; en efecto, solo se ven vestigios apenas perceptibles en los antracitos que se han intercalado con rocas cristalinas ó que se hallan inmediatos á estas materias, cualquiera que sea la época de formacion á que se pueda referirlos.

En cuanto á los dobleces en zigzag que hemos hecho notar, no pueden atribuirse á la forma del suelo sobre que se ha formado el depósito. Las fracturas que se observan algunas veces en los ángulos ó codos, y la disposicion misma de las capas, parecen indicar que la masa del terreno ha sufrido algunas alteraciones. Pero acerca de estas alteraciones no podemos formar mas que conjeturas. La mas sencilla parece ser, la suposicion de un hundimiento de las partes laterales y por consiguiente muy inclinadas sobre sí mismas, en cierta época en que la masa no se hallaba enteramente solidificada.

Variaciones de cualidades. Las cualidades de la ulla varian frecuentemente de una localidad á otra; tambien muchas veces en el mismo lugar existen grandes diferencias entre las distintas capas y algunas veces aun en las diferentes partes de una misma capa. Lo que ocasiona las variaciones mas sensibles es, la mayor ó menor cantidad de betun; hay capas que no contienen nada, y por consiguiente son de una combustion muy difícil; entonces es un verdadero antracito el que se halla asociado con la ulla ya en venas, ya en riñones, ya en capas distintas. Por lo general se observa que el betun es menos abundante en las capas que se hallan muy próximas á la superficie del suelo, y la misma capa abria de esta manera segun es mas ó menos profunda. Las cabezas de las capas que vienen á parar á la superficie del suelo, son por lo general de mala cualidad, tanto por la ausencia del betun como por la descomposicion que han sufrido; asi los primeros productos que se sacan de una capa empezada por la parte superior, son siempre muy malos y no se puede juzgar de la calidad del combustible, sino cuando se ha llegado á cierta profundidad. La mezcla de las partes terrosas hace tambien variar la calidad de la ulla y muchas veces hasta el punto de hacerla deshechar enteramente.

Por último, varias sustancias que se hallan diseminadas atenúan tambien las cualidades de la ulla. La mas nociva es el sulfuro de hierro que se encuentra en ella algunas veces en cristales pequeños ó en riñones. Cuando es muy abundante el combustible no puede servir sino para muy pocos usos á causa de los vapores sulfurosos que desprende durante la combustion y está sujeto á inflamarse espontáneamente cuando se halla en montones por efecto del calor que desarrolla la descomposicion de este sulfuro. El cuarzo, algúnas veces fibroso, el carbonato de cal, que ocupa muchas veces las hendiduras del combustible, pueden tambien hallarse en tal cantidad que hagan á la ulla impropia para diversos trabajos de fundicion.

Nivel de las ullas. El nivel á que se encuentran los depósitos de ulla, es sumamente variado; algunas veces este combustible existe en las partes mas bajas de nuestros continentes y aun bajo el fondo mismo de los mares como en Whithaven en Inglaterra, donde la explotacion, que se extiende á mas de un cuarto de legua bajo el agua, llega hasta 50 toesas de profundidad, por debajo del fondo del mar; los depósitos de Flandes, son igualmente muy bajos, pues que descienden casi á la profundidad de 200 á 300 toesas bajo las llanuras de esta comarca, que estan muy poco elevadas sobre el mar. En otros casos, por el contrario, los depósitos se encuentran á grandes alturas. Humbolt indica el de la loma de Santa Fé de Bogotá, que se halla á 1360 toesas sobre el nivel del Océano, y ademas cita otras en las cordilleras de Huarocheri, que se han encontrado muy cerca del límite de las nieves perpétuas que en aquel pais se elevan á 2300 toesas. En los Alpes los depósitos de antracitos se hallan tambien frecuentemente á muy gran altura.

Estipite y lignito. Cuando se ha pasado del terreno ullífero y de la calcárea peneana que le cubre, se empiezan á encontrar materias carbonosas que no tienen ya los caracteres de la ulla, y que parecen separarse de ella tanto mas, cuanto mas elevadas se hallan en el órden de las formaciones. Se encuentran estos depósitos primeramente en el grés abigarrado; las capas de grés que se hallan inmediatas, encierran tambien helechos, pero de especies diferentes de las que se observan en el grés ullífero, y por la primera vez se encuentran restos de plantas de la familia de las coníferas. Estos son los combustibles del mismo género que se encuentran en las margas irizadas y en los grés que se relacionan con el *lias* donde se hallan tambien acompañados de plantas de la familia de los helechos. No son sino depósitos muy pequeños, lechos poco gruesos y nidos que dan un combustible de mala calidad. Solo en el lias alpino es donde las capas combustibles son mas considerables, y podria suponerse que el antracito que entonces presentan pertenece á depósitos análogos á los de que hablamos, modificados por la aparicion de las rocas primitivas en medio de ellos; pero quedaria aun la circunstancia notable de la presencia de los restos vegetales enteramente semejantes á los del terreno ullífero que no se han visto en parte alguna fuera de la proximidad de los combustibles que contiene el lias, lejos de las montañas elevadas.

Se encuentran tambien depósitos de combustibles del mismo género en la parte inferior de la formacion pirasice; pero aquí se presenta una gran cantidad de restos de plantas de la familia de las cicadeas que se manifiestan por primera vez en la serie de las formaciones. Brongniart comprendiendo que esta clase de materias carbonosas que se diferencian de la ulla en que no se funden en el momento de su combustion ni producen una ascua sólida, de brillo metaloideo etc., y del verdadero lignito, en que no dan ácido acético por la destilacion, eran debidas á los helechos y frecuentemente á las cicadeas, cuyos restos se encuentran en la inmedíacion, ha propuesto llamarles *estipitos*, de la voz *estipa* con que se designa en general el tronco de las plantas del género cicas.

Los verdaderos lignitos compuestos de restos leñosos de plantas dicotiledones, empiezan á manifestarse un poco antes de la creta en las capas terrosas y arenosas que preceden á esta formacion. Pero sobre todo, en el período que se llama mas particularmente terreno terciario, es donde estos verdaderos lignitos acompañados de restos de plantas diacotiledones son abundantes y parecen presentarse á diferentes altu-

ras; primero debajo ó en las partes inferiores de las calcáreas groseras parisienses, y despues en las partes superiores de los depósitos terciarios, aun mas arriba del yeso parisien.

Los lignitos de los diferentes terrenos se encuentran de varias maneras; unas veces son ramas aisladas que parecen haber sido arrastradas con las materias arenosas que las acompañan; otras veces, los restos vegetales se hallan enteramente alterados y parecen haber sido triturados y aglutinados de nuevo en masas mas ó menos sólidas. En los lignitos propiamente dichos, no es raro encontrar en medio de los depósitos mas homogéneos partes que conservan mas ó menos la organizacion vegetal, y aun á veces las formas exteriores de las ramas; tambien se reconocen muchas veces todas las transiciones desde la madera apenas alterada hasta la materia carbonosa mas cargada de betun y mas análoga á la ulla. No sucede lo mismo en los depósitos de estipitos; la materia es homogénea y no se observa en ellos ninguna transicion á los vegetales que han podido formarlos.

Los depósitos de lignitos y estipitos se componen muchas veces de varias capas separadas unas de otras por lechos mas ó menos gruesos de materias arenosas arcillosas que algunas veces estan mezcladas con carbon y betun, en cuyo caso pueden arder con mas ó menos facilidad. A veces estas materias tienen bastante solidez y toman la estructura esquistosa; otras por el contrario, son térreas y estan casi siempre mezcladas con carbonato de cal; en general son de color grís azulado ó amarillento.

Con mucha frecuencia contienen gran cantidad de conchas que se han vuelto blancas y se dibujan agradablemente sobre el fondo coloreado de la pasta que las cubre. En ellos se distinguen claramente las límneas, planorbos etc., y tambien conchas turriculadas análogas á las que viven en nuestros mares. Asimismo se reconocen muchas conchas bibalbas entre las cuales solo algunas tienen cierta analogía con las bibalvas fluviátiles.

Las arcillas esquistosas contienen tambien frecuentemente impresiones vegetales muy bien caracterizadas; los verdaderos lignitos son hojas de plantas dicotiledones que se pueden comparar algunas veces con las de los álamos, abedules, olmos, castaños, sauces etc., aunque no pertenezcan en realidad á ninguna de estas plantas, ni aun á alguna de las que crecen hoy en Europa. Las ramas, los troncos de madera que se encuentran en estos depósitos, pertenecen tambien en gran parte á la division de los dicotiledones; pero es casi imposible á pesar de su estado de conservacion, reconocer á qué especie pertenecen; tambien se han observado hojas y leños que pueden compararse á la palmera. En los depósitos de lignitos se encuentran asimismo materias resinosas análogas al sucino ó al retinasfalto, el melito y el oxalato de hierro etc. que todas proceden probablemente del reino vegetal.

Tambien existen en los depósitos de verdaderos lignitos, de los terrenos terciarios, ó en las arenas que los acompañan, restos de animales mamíferos que pertenecen unos á un género inmediato al mastodonte (*anthracotherium*); y otros á roedores vecinos del género castor etc.

Los estipitos forman en general capas ó masas tendidas entre bancos de las materias sólidas que los envuelven por todas partes y no manifiestan haber sido formados en hondonadas. No sucede lo mismo con los lignitos, pues las masas de estos combustibles se encuentran como las de ulla, en cuencas particulares, en las gargantas y los valles, que las montañas mas antiguas dejan entre sí. Las capas de que se componen son á veces horizontales en grandes espacios; suelen tener ondulaciones, pero no son tortuosas ó dobladas como las de ulla; sus ondulaciones parecen ser mas bien el resultado de algunos hundimientos parciales del terreno que de las irregularidades que pudiera haber en el fondo de la cuenca donde se han depositado todas estas materias.

Maderas alteradas y turbas. En las partes mas superficiales de los depósitos terciaríos, ó mas bien en el terreno de alubion que ha cubierto en último término nuestros continentes, el lignito cede el puesto á las masas de maderas alteradas y á los depósitos de turba.

Las masas de maderas alteradas se componen de diferentes especies de árboles confundidos unos con otros y sepultados en materias terrosas siempre de poco espesor. En ellas se reconocen distintamente abedules, encinas, tejos y otros árboles resinosos que estan todavía enteros, y cuya corteza se halla algunas veces perfectamente conservada; tambien se encuentran hojas y frutos de estos diferentes árboles, nueces de coco etc., conchas de agua dulce ó terrestres bien caracterizadas, insectos, cuernos de ciervo y de alce y hasta instrumentos domésticos. A estos depósitos se ha dado particularmente el nombre de bosques subterráneos y bosques submarinos, ya porque se ha creido que eran verdaderos bosques sepultados en el mismo sitio en que existian, ya solo por alusion á la cantidad de árboles buteros que en ellos se encuentran.

Estos depósitos se hallan por lo general á las orillas ó en el lecho de los rios y en las riberas de los mares. A este órden de formacion deben referirse las masas de maderas acarreadas por las corrientes de los mares y depositadas en diferentes puntos de las costas, frecuentemente á grandes distancias de los lugares de que han sido arrancadas. Existen depósitos inmensos en las costas de Groenlandia y de Islandia, y los viajeros han observado hasta el 18° de latitud Norte masas considerables mezcladas con osamentas de ballenas.

La turba formada por la acumulacion de las plantas herbáceas, y sobre todo, de las plantas que crecen en nuestros pantanos, pertenece tambien á los depósitos mas modernos, y aun se forma diariamente á nuestra vista. Algunas veces cubre espacios inmensos en las partes mas bajas de nuestros continentes y llenan las hondonadas de los anchos valles, cuya pendiente poco considerable impide el curso de las aguas; algunas veces tambien forma pequeños depósitos que no tienen mas que algunas toesas cuadradas de superficie en los valles pequeños, en las gargantas y en áreas de las montañas elevadas, y hasta en los lagos pequeños que se encuentran en las cumbres mas altas, en puntos en donde no llega hoy la vegetacion. La mayor parte de estos depósitos se hallan aun cubiertos de agua, ó por lo menos son muy pantanosos; pero en algunos lugares estan en seco y se han formado sobre ellos capas de arenas y de cieno que han bastado para que nazcan prados hermosos. Algunas veces estas grandes masas de vegetales permanecen flotantes en la superficie de las aguas y forman islotes mas ó menos considerables que los vientos impelen de una parte á otra.

Las masas de turba suelen tener un gran espesor y algunas veces se hallan divididas en varias capas que se distinguen unas de otras por el grado de compacidad; las mas profundas donde los vegetales mas alterados se hallan reducidos á pasta, son mas densas que las que se encuentran en la superficie. Algunas veces tambien estas capas estan separadas por lechos delgados de cieno y de materias arenosas que parecen indicar que han sido depositadas en diversas épocas separadas por intervalos de reposo mas ó menos largos.

Entre los vegetales que constituyen estos depósitos se reconocen todas las plantas que crecen en los pantanos, y una gran parte de las cuales pertenecen

á la familia de las ciperáceas. Parece sin embargo que stas plantas que contribuyen á la formacion de la turba no son las que la constituyen esencialmente y que es necesario buscar su orígen en las que estan siempre sumergidas como los estaños, confervas etc. que se hallan enteramente descompuestas. Hay tambien depósitos, pero mucho menos extensos que los anteriores y que se hallan principalmente en los paises elevados que se componen casi en un todo de hojas de diferentes árboles, acarreadas sin duda en otro tiempo por las aguas, y amontonadas en los diferentes puntos donde se encuentran hoy. Se citan algunos formados enteramente de musgos y gramíneas. De Candolle ha observado algunos en Holanda que estaban formados enteramente de Varec y que se deben considerar probablemente depósitos análogos á los que las ondas forman continuamente en nuestras costas.

Frecuentemente se encuentran en el fondo de las ornagueras árboles enteros que han conservado toda su solidez. Se asegura que se han observado algunos que presentaban las señales del hacha y que estaban al lado de sus raices, de manera, que debe creerse que habian sido derribados por la mano del hombre y abandonados en su mismo sitio por una ú otra causa.

Las conchas fluviátiles y terrestres idénticas con las que pueblan nuestros arroyos, pantanos, fuentes y prados, son tambien muy abundantes en la mayor parte de nuestras ornagueras, ó por lo menos en las partes superiores que no estan aun muy alteradas. Se encuentran muchas menos á la profundidad, ya porque hayan sido rechazadas á la superficie por la electricidad de la turba, ya porque hayan sido destruidas, ó ya en fin, porque hubiera muchas menos en la época en que empezaron á formarse estos depósitos. Tambien se encuentran muchos restos de mamíferos pertenecientes á especies que viven aun en los mismos lugares como el ciervo, el corzo, el buey, etc.

Finalmente, en estos depósitos se encuentran muchas señales de la industria humana, armas, instrumentos de hierro, maderas de construccion. Se han descubierto calzadas perfectamente conservadas y cubiertas hoy por terraplenes. Pero estos diferentes objetos no siempre anuncian que el depósito se haya aumentado para cubrirlos sucesivamente; todo prueba por el contrario, que no han hecho sino enterrarse en la turba, por efecto de la blandura que conserva sobre todo cuando está constantemente cubierta de agua. Se observa en efecto, que los cuerpos pesados que se abandonan en la superficie de estos depósitos, se unden poco á poco en ellos, y que apenas su parte superior á pasado del nivel del terreno, son muy pronto cubiertos por el movimiento de la materia sobre ellos. Asi es como las calzadas construidas primitivamente en la superficie de los pantanos de turba se han encontrado enterradas y cubiertas con algunos piés de dicha materia; lo mismo sucede con todas las construcciones que no se tiene cuidado de formar sobre cuadros compuestos de vigas ó maderos, á menos que no se haya tenido cuidado de desecar el terreno.

Esta blandura de la turba se conserva aun en los depósitos cuya superficie está seca, cubierta de cieno y de vegetacion; porque esta sustancia retiene el agua con mucha fuerza. De esto resultan varias circunstancias propias de estos terrenos, por una parte el menor esfuerzo parece comprimirlos de manera, que manifiestan una elasticidad muy marcada y tiemblan bajo los piés, lo cual les da á conocer aun cuando esten muy cubiertos de vegetacion. Por otra parte, esta blandura da á la materia la facultad de ejercer presion en todos sentidos como el líquido de que está impregnada; de manera, que cuando se abren zanjas en ella, se llenan al poco tiempo, lo cual hace creer que aun en los sitios secos la turba se regeneraria con bastante prontitud. En fin, resulta de esta propiedad, que los cuerpos ligeros no pueden permanecer en el interior del depósito y que son constantemente rechazados hácia la superficie; esto es lo que sucede á las estacas elevadas en un terreno turboso cuando no estan cubiertas por construcciones pesadas.

No puede ponerse en duda, que la turba se forma todos los dias, pero no en todas partes indeferentemente. Hay pantanos que estan llenos de ella; otros que no presentan ningun indicio, de manera, que es evidente que solo puede ser producida bajo condiciones particulares. Por lo general, no se forma en las aguas corrientes, ni en las masas profundas de agua estancada; tampoco se forma en los charcos de agua que puedan secarse durante las calores del estío, ni en las aguas que contienen algunas sales en disolucion. Segun estas condiciones, parece que la especie de vegetacion que puede establecerse en estas aguas, no es indiferente y que los estaños, sobre todo el estaño de hojas anchas con diferentes clases de confervas, son los que concurren mas poderosamente á la produccion de la turba, y que forman los primeros depósitos sobre los cuales pueden crear todas las plantas acuáticas, cuyos restos aumentan la masa mucho mas rápidamente; quizá esto es realidad porque las capas mas bajas de las masas de turba, estan únicamente formadas de plantas siempre sumergidas y mas fácilmente siempre descompuestas, puesto que ofrecen mas homogeneidad que las de la superficie. Con arreglo á estas observaciones, se ha propuesto para acelerar la produccion de la turba, formar en la superficie de las aguas con haces de estaños, islas pequeñas flotantes sobre las cuales se fijarian piés de esparganios, escirpos, cañas, etc. Estas pequeñas islas crecerian todos los años en altura y en anchura, se irian hundiendo gradualmente, y acabarian por unirse á los depósitos que se forman en el fondo.

Aun no se sabe positivamente cuanto tiempo se necesita para que se formen buenas turbas en un pantano. Delue ha asegurado, que en Holanda no se necesitaba mas de 30 años para que las zanjas turbosas se llenen de turbas fibrosas á expensas de las plantas acuáticas que pueden crecer en ellas. Roland de la Platiere que ha escrito una excelente obra sobre el arte del ornaguero, indica 100 años como término medio de la regeneracion de la turba, y aun de una turba fibrosa de muy mala calidad. Parece sin embargo, que en los sitios poco profundos, la turba puede formarse en mucho menos tiempo si crece en ellos una gran abundancia de confervas; Van-Marum vió formarse cinco piés de turba en su jardin en menos de cinco años.

Guano. Acabamos de ver que los restos vegetales mas ó menos alterados forman en diferentes puntos depósitos considerables en la superficie del globo. Los restos animales son mucho mas raros y hasta ahora no hemos visto mas que un ejemplo de materia de orígen puramente animal acumulada en masa de cierta extension; esta es el guano que hemos creido deber colocar asi como la turba en la tabla de las especies minerales. Esta sustancia de orígen enteramente reciente, forma depósitos de 50 á 60 piés de espesor, y de una extension considerable en las islas de Chinche cerca de Pisco, en las costas del Perú, y en otras varias mas meridionales como Ilo, Iza, Arica, etc.; ha sido observada por Humbolt en su viaje á las regiones equinocciales. Aquellos islotes estan habitados por una gran multitud de aves, especialmente garzas y flamencos, y parece que sus excrementos son los que han formado aquellos inmensos depósitos.

MASAS METALÍFERAS.

Ideas preliminares. Algunas sustancias metálicas

que son particularmente aquellas de que se hace mayor uso, se hayan en la naturaleza en depósitos considerables, unas veces forman por sí mismas grandes masas, en rocas de diferente naturaleza, ó bien se hallan diseminadas en venas, en nidos, en riñones, en masas, ó en capas de materias térreas ó pétreas, y su conjunto forma un depósito susceptible de explotacion; otras veces se encuentran en filones, en los cuales forman uno la parte dominante por lo menos, la que ofrece mas interés.

Estos depósitos preciosos se encuentran á diferentes alturas en la serie de los terrenos; pero la mayor parte de ellos despues de haberse mostrado en abundancia en todos los géneros de rocas de la serie primitiva, terminan de repente hácia el medio de los terrenos secundarios; los minerales de hierro son los únicos que continúan mas adelante y hasta en los depósitos que preceden á la creta, y desaparecen en seguida á su vez, y no se encuentran sino como materia colorante en algunos depósitos terrosos de los terrenos terciarios.

Los depósitos de gneiss y de micasquisto son en Europa los terrenos metalíferos por excelencia; apenas hay una especie de mineral que no se encuentre en ellos, y en muy grande abundancia para ser objeto de una explotacion importante: muchos asimismo no se encuentran mas que en estos terrenos. Los terrenos intermediarios y la parte inferior de los terrenos secundarios, son bastante menos ricos, y los minerales son en ellos mucho menos variables. Mas este órden de cosas que la Francia, la Alemania, la Suiza, la Noruega, nos presenta bastante claramente no es sin embargo una ley general; porque en la América equinoccial, el gneiss es poco metalífero, y los depósitos intermediarios, los esquistos, los pórfidos sieníticos, las calizas que terminan la serie, asi como varios depósitos secundarios, son los que contienen la mayor parte de las riquezas inmensas de esta comarca.

Todas las sustancias cuya base forman los metales usuales, no son igualmente abundantes en la naturaleza; la mayor parte de las numerosas especies que se ven figurar en nuestras clasificaciones, no son mas que rarezas que se encuentran esparcidas en las cavidades que presentan ciertas masas ó filones formados por los minerales abundantes.

Estos se reducen á un cortísimo número de especies que la mayor parte son sulfuros, algunos óxidos, y algunos carbonatos. Estas materias constituyen algunas veces por sí solas, masas muy considerables ó forman la parte principal; pero mas comunmente no se encuentran sino en las materias petrosas, cuarzosas, feldspáticas etc., que forman la masa principal del depósito; esto es lo que se verifica siempre en los filones. Los minerales se encuentran entonces en lechos pequeños paralelos á los estratos del terreno en venas que atraviesan la masa petrosa en todas direcciones; en nidos ó en riñones esparcidos sin órden alguno, ó en fin, diseminados irregularmente en partículas poco visibles. Unas veces estos depósitos no contienen sensiblemente mas que una especie de minerales, otras por el contrario, ofrecen varias que hasta cierto punto es preciso explotar al mismo tiempo que en algunos casos parecen ser de formacion contemporánea, mientras que en otros han sido manifiestamente formados en épocas diferentes.

Minerales de hierro. Hay en la naturaleza cinco especies minerales de que es base el hierro que se hallan en depósitos bastante considerables para merecer una atencion particular y que se explotan en una multitud de localidades para sacar el metal; estos minerales son: el óxido magnético de hierro, el hierro oligisto, el peróxido, el hidro-óxido, y el carbonato. Existen minerales de una ú otra especie en todos los terrenos, desde los mas antiguos hasta los mas modernos; pero es de notar en general, que en los terrenos antiguos existen casi siempre los óxidos dotados de brillo metálico y que desde los secundarios se encuentran los hidro-óxidos que generalmente tienen un lustre térreo.

El óxido magnético constituye depósitos muy considerables en los terrenos primitivos; pertenecen algunas veces al terreno del gneiss independiente, y aun con mas frecuencia al terreno del micasquisto, y especialmente á las rocas anfibólicas y de esquisto untuoso que forman parte de él. De ordinario se encuentra en masas que á veces son bastante considerables para formar por sí solas montañas enteras, ó bien bancos considerables que se repiten muchas veces en la extension de una misma montaña.

Esta especie de minerales es tambien muy comun en nidos, en cristales diseminados, en todas las rocas anfibólicas y serpentinosas de los terrenos de gneiss y de micasquitos, asi como en las sienitas y dioritas porfídicas; se encuentran aun en los productos, cuyo orígen ígneo no es dudoso, en los traquitos, los basaltos y las tobas basálticas. De la destruccion de estas diferentes rocas proceden todas las arenas ferruginosas titaníferas que se encuentran en los arroyos, en los rios, en las orillas del mar, y que son bastante abundantes para usarse en las herrerias en algunos puntos.

El hierro oligisto, se encuentra tambien en los mismos terrenos, y en las mismas circunstancias constitúyense algunas veces montañas enteras, masas ó filones gruesos. Algunas veces reemplaza á la mica, en el micasquisto, y de esto resultan minerales en rocas de una extension y espesor considerables. Es bastante raro, que estas grandes masas de hierro oligisto, sean absolutamente puras; casi siempre estan mezcladas ya con óxido magnético, ya con peróxido de brillo metálico ó terroso, algunas veces diseminado uniformemente, sobre todo el óxido magnético y frecuentemente en venas, en nidos y en filones.

El *peróxido de hierro,* ó mina de hierro rojo, constituye algunas veces por sí solo, criaderos mas ó menos considerables, ya en filones, ya en capas, en los terrenos primitivos ó en los terrenos considerados como intermediarios. Tambien forma filones pequeños ó nidos en estos últimos y se encuentra en un gran número de lugares con los diferentes minerales de hierro, ya en gran cantidad, ya solo en masas pequeñas, ya en estalactitas. Igualmente existe en los terrenos secundarios, y aun en el lias.

Por último, colora las arcillas que proceden de la descomposicion de las lavas, á las que se encuentran en algunas partes de los terrenos secundarios.

El hidro-óxido de hierro, es tambien un mineral sumamente abundante, y quizá mas esparcido en la naturaleza que todos los demás. Empieza á manifestarse en los últimos depósitos primitivos donde forma masas ó capas gruesas, ya sea en medio de los esquistos arcillosos, que estan impregnados de él, ya en capas, de diferentes rocas que se aproximan á esta misma época. Se citan filones que puedan suponerse ser generalmente capas en un gran número de localidades. Se halla en abundancia en depósitos secundarios; en primer lugar en el grés ullífero ó en el grés rojo; en las calcáreas peneanas que los cubren donde acompaña al plomo á la calamina, etc.; en el grés abigarrado, la calcárea conchiliana y los grés del lias. Pero donde abunda extremadamente sobre todo es en la masa de las calizas compactas y oolíticas semejantes á las del Jura; en ella forma capas muy gruesas oolíticas, que se observan en un gran número de comarcas de Europa: en este caso contiene conchas y madréporas de diferentes especies. El hidro-óxido de hierro, llena tambien muchas veces las hendiduras de los terrenos calizos y forma asimismo filones ordinariamente poco

profundos; finalmente se encuentra en masas cubiertas por todas partes y á veces parece haber ocupado cavernas, en cuyas paredes se encuentran estalactitas antiguas.

Tambien se encuentra el hidro-óxido de hierro, en el grés ferruginoso, que precede á la creta, y en los grés superiores de los terrenos terciarios donde no es mas que materia aglutinante ó colorante. En fin, esta misma sustancia en estado térreo, y conocida con el nombre de hierro himoso, pertenece á los últimos depósitos de nuestros continentes, y aun parece que se forma todos los dias; tambien constituye depósitos bastante considerables, en los cuales se asegura que existen restos vegetales que han pasado á el estado de hidróxidos de hierro.

El *carbonato de hierro*, es tambien una sustancia muy importante que forma filones y masas algunas veces muy grandes en diferentes terrenos. Deben distinguirse geológicamente dos especies; el carbonato espático que se encuentra en masas y en filones en los terrenos primitivos, y el carbonato litoideo que pertenece al grés ullífero; este último se encuentra, ya en capas en el grés mismo; ya con la ulla.

Minerales de manganeso. Dos especies se presentan en la naturaleza en grandes masas que forman capas ó depósitos poderosos; el peróxido y el hidróxido. El primero se encuentra frecuentemente en los terrenos primitivos, en los depósitos que se aproximan á la eufotida, en el grés rojo ó en los pórfidos, que de él dependen en las calizas superiores y en las pirasicas. Se halla ademas en los depósitos de hidro-óxido de hierro, de los terrenos primitivos y secundarios; en los de carbonato de hierro, y abunda en ellos mas ó menos, ya en forma de estalactica, ya térreo.

Minerales de cobre. Dos clases de minerales son importantes, bajo el aspecto geológico, porque constituyen depósitos mas ó menos considerables; estos son el doble sulfuro de cobre y hierro, ó cobre piritoso y los carbonatos.

El *cobre piritoso*, que es quizá la especie mas importante, se halla mas particularmente en los terrenos primitivos, en el gneiss ó el micasquisto donde está algunas veces en filones y mas comunmente en masas, en las eufotidas, ó en las rocas esquistosas subordinadas. Tambien se encuentra en los esquistos arcillosos que se aproximan mas á los terrenos primitivos, ó que estan intercalados con depósitos arenáceos mas ó menos groseros, y en la serpentina, que alterna con el esquisto arcilloso. Finalmente, este mineral existe en los primeros depósitos del período secundario, ya en el grés rojo, ya en los esquistos bituminosos designados entonces con el nombre de esquisto cuproso ó *kupferschiefer*; que se hallan subordinadas á la calcárea peneana. En este último depósito, se encuentran entre las hojas del esquisto impresiones de peces, ya carbonatadas, ya en estado de cobre piritoso é impresiones de plantas que pertenecen á la familia de las Licopodiáceas.

El carbonato de cobre, se encuentra tambien en todas las minas precedentes; pero generalmente solo es como parte accidental. El carbonato azul cristalizado unas veces, y otras el carbonato verde, mamelonado, fibroso, terroso, etc., se encuentran uno y otro en las cavidades de la mina rara vez en cantidad notable. Los mejores ejemplares que existen en nuestras colecciones, proceden de las minas del Banato, de las minas de Inglaterra, de Chile y de la mina de *Kleopinski*, en los montes Altai. Parece que el carbonato de cobre se halla muy abundantemente esparcido en los depósitos arcillosos que contienen sulfuro de cobre en los montes Urales, donde se explota al mismo tiempo que este mineral. Las variedades fibrosas, pesadas que forman en diferentes puntos masas pequeñas, se explotan para emplearse en adornos.

El depósito principal del carbonato azul en gran masa parece que es el grés rojo; de esta manera se encuentra en union con una cantidad mayor ó menor de proto-óxido en las minas de Chesy, cerca de Lyon, de donde proceden los mejores grupos de cristales; muchas explotaciones pequeñas de la Turingia se verifican en depósitos análogos donde el carbonato se halla mezclado con el grés.

Probablemente deben referirse al mismo depósito, las masas indicadas por Parin, sobre la vertiente occidental de la cordillera de los montes Urales, en depósitos de materias arenosas y arcillosas, que contienen restos vegetales, que el mismo autor llama palmeras y bambúes.

Minerales de plomo. El sulfuro de plomo, único mineral de este metal que se halla en depósitos considerables, pertenece á toda la serie de terrenos, desde los primitivos hasta los secundarios. Quizá no existe en el esquisto mas antiguo; pero se manifiesta en abundancia en los granitos mas modernos, en el gneiss, en el rucasquisto, y en los esquistos arcillosos primitivos, y se encuentra mas particularmente en filones y algunas veces en masas; se encuentra tambien en la calcárea granugienta subordinada y existe asimismo en gran cantidad en los depósitos cristalinos intermediarios donde comunmente forma capas; rara vez en las sienitas ó en las rocas que de ella dependen, y en las amigdalitas; pero muchas veces en la grawacke grosera, ó esquistosa, lo mismo que en la calcárea metalífera que termina este período de formacion.

Existe todavía muy abundante en los terrenos secundarios, donde siempre se encuentra formando capas. Existe inmediato al grés que forma la base de este período, y donde algunas veces se encuentra diseminado en muy pequeños riñones sobre una grande extension de capas. Se encuentra aun en los depósitos calcáreos ó zechstein, que cubren el grés ullífero; ó bien en la calcárea magnesiana que reemplaza el zechstein. En fin, existe en el lias, y estos parece que son sus depósitos mas modernos.

Minerales de plata. En Europa, puede decirse que existe una sola especie de mineral de plata que ofrece alguna importancia: este es el sulfuro de este metal; mas existen muchas otras que constituyen la mayor riqueza de las minas de la América ecuatorial.

El sulfuro de plata, es el mineral mas abundante de este metal, y el que da la mayor parte de la plata del comercio; parece que se halla casi siempre en filones. Existe en primer lugar en el gneiss ó en el micasquisto; en las calcáreas subordinadas en el granito alpino, y en una roca designada con el nombre de diorita esquistosa. Se encuentran en América filones muy gruesos y de una riqueza prodigiosa, en el esquisto arcilloso intermediario. La sienita y la diorita porfídica de los terrenos intermediarios, contienen igualmente minas de plata muy célebres: las últimas calcáreas intermediarias no estan desprovistas de ellas. Finalmente, el zechstein que se encuentra en la parte superior del terreno secundario, presenta minas sumamente ricas. En este último depósito, que se encuentra en Méjico y en el Perú, es donde existen los famosos *Pacos* ó minerales de hierro hidratado llenos de filamentos de plata nativa y cloruro de plata que forma entre los bancos calizos capas ó masas considerables. Hay pocos ejemplos de depósitos argentíferos en los terrenos que se refieren á los productos ígneos; los únicos que se pueden citar con alguna seguridad son los de Konigsberg y Telkebanya en Hungría, donde el mineral, está diseminado en las masas terrosas que se hallan en medio de los conglomeratos traquíticos; quizá una parte de los minerales de Vallalpando diseminados tambien en materias terrosas y en medio de los pórfidos de feldspato vítreo, se refieren tambien á este órden.

El *doble sulfuro de plata* y *antimonio*, que solo se encuentra frecuentemente en muy pequeña cantidad en las diferentes minas de plata ó de plomo argentífero de Europa, es algunas veces en América, la parte mas importante del depósito. Lo mismo sucede con el *sulfuro de plata* y *arsénico* que acompaña casi siempre al primero, algunas veces es muy abundante en ciertas partes de los filones, y aun puede ser considerado como parte constitutiva.

El *cloruro de plata*, que no se encuentra en Europa, y en Asia, sino en algunos depósitos argentíferos en cristales muy pequeños, ó bajo la forma de un ligero barniz, es un mineral muy importante en la América equinoccial, donde suele formar parte de los minerales térreos, designados en el Perú con el nombre de *Pacos* y en Méjico con el de *colorados*.

Minerales de estaño. El deutóxido de estaño es la sustancia que constituye los minerales de estaño, y de la que se saca el metal en todas las partes del mundo. Los criaderos se encuentran en general en todos los terrenos antiguos donde el mineral forma filones, mas comunmente masas, y aun frecuentemente se halla diseminado en la roca.

En algunos casos estos minerales pertenecen al terreno del gneiss; se encuentran diseminados en esta roca, ó bien en los granitos groseros, rocas de cuarzo y de mica subordinadas á este terreno, y que parecen ser los preludios de los depósitos graníticos superiores; pero parece que los depósitos mas numerosos y considerables, se encuentran en las rocas graníticas ó porfídicas, situadas entre el gneiss y el micasquisto, y dependientes por consecuencia de las pecmatitas ó haciendo sus veces. Tambien se encuentran abundantemente en los terrenos intermediarios, en los pórfidos ó granitos que forman su base.

El terreno secundario no carece de ellos, porque se encuentran venas en los pórfidos del grés rojo. Finalmente, se encuentra en gran cantidad en depósitos de aluvion, cuya edad no puede asegurarse completamente.

Minerales de mercurio. El mercurio es un metal bastante raro en la naturaleza, y cuyo mineral se encuentra casi únicamente en los terrenos secundarios; no hay mas que un corto número de ejemplos de depósitos en el terreno primitivo, donde por otra parte se halla en muy corta cantidad. El mas considerable de los depósitos de este terreno, es el de Szlana, en los bordes del Sajo, en el condado de Gomor en Hungría: el mineral se halla en él en capas poco gruesas, ó en masas en medio de un micasquisto untuoso. Tambien se citan vestigios en otras varias comarcas.

El criadero principal de los minerales de mercurio, en todas las partes del mundo, se halla en los depósitos que empiezan en la serie de los terrenos secundarios: unas veces es en el grés rojo, como en Almaden, ó en los pórfidos subordinados como en varios puntos de Méjico; otras veces pertenece á capas subordinadas á la calcárea peneana, ó mas bien que preceden á esta calcárea por una parte en los esquistos bituminosos, y por otra en los grés cuarzosos; finalmente, tambien forma filones ó masas en la misma calcárea peneana: se ve por consiguiente que esta clase de criaderos metalíferos, se hallan en los límites muy aproximados, entre la calcárea peneana y el grés rojo. Frecuentemente se encuentran en estos depósitos, riñones ó masas pequeñas carbonosas, procedentes sin duda de los helechos, licopodios, etc., que se hallan tambien á veces convertidos en carbon; algunas veces todo el depósito mercurial, está cubierto por capas carbonosas. Los esquistos bituminosos que se hallan á su inmediacion, contienen impresiones de peces que han conservado algunas veces todas sus escamas, y que en todas las localidades, aun las mas distantes, pertenecen á las mismas especies. En todos los casos el mineral en estado de sulfuro, se halla ó diseminado en toda la masa terrosa del depósito, ó en masas pequeñas aisladas unas de otras, ó en venas situadas en todas direcciones.

Si el sulfuro de mercurio es la masa principal de los depósitos que conocemos, el mercurio en estado metálico le acompaña muy frecuentemente, y aumenta tanto mas la riqueza de la mina, cuanto que no exige mas trabajos que la estraccion; pero ordinariamente existe en muy pequeña cantidad, y se halla en las hendiduras ó diferentes cavidades de la masa, y algunas veces diseminado en todo el mineral.

Minerales de zinc. El sulfuro de zinc, es un mineral muy abundante, pero no forma criaderos por sí solo; se encuentra en los demás depósitos metalíferos, y principalmente en los de sulfuro de plomo. Solo el carbonato y el silicato, que se hallan frecuentemente reunidos en el mismo lugar, forman masas particulares. Unos parecen pertenecer á las partes mas bajas del terreno ullífero, ó mas bien á depósitos calcáreos que alternan algunas veces con materias carbonosas, y que muchas veces se han clasificado en los terrenos intermediarios, colocándoles sin embargo sobre los depósitos de trilobitos. Otros pertenecen á la calcárea peneana, que unas veces está impregnada de ellos, y otras contiene capas subordinadas; en fin, se encuentran depósitos en el lias como lo ha observado Dufrenoy. No parece existir sobre esta formacion, ó por lo menos no hay mas que indicios que se citan tambien en los terrenos terciarios.

Minerales de antimonio. El sulfuro de antimonio, aunque poco abundante, se encuentra bastante comunmente, y compone algunas veces por sí solo filones mas ó menos gruesos que atraviesan el granito, el gneiss y el micasquisto.

Molibdeno. Aunque el sulfuro de molibdeno no sea abundante, es sin embargo bastante comun, y debe citarse como formando por sí solo criaderos particulares que estan aislados de todos los demás. En general pertenece á las rocas antiguas, forma masas pequeñas en el granito y micasquisto, ó se encuentra diseminado en él. Tambien se encuentra aunque en pequeña cantidad, en las masas metalíferas, particularmente en las de estaño; rara vez en las minas de cobre piritoso.

CAPITULO IV.

SUSTANCIAS DISEMINADAS, SUBORDINADAS Á LOS CRIADEROS METALIFEROS, ETC.

Las materias que acabamos de dar á conocer; sin entrar por mucho en la composicion de los terrenos que constituyen esencialmente la superficie del globo, forman sin embargo en ellos depósitos bastante extensos; pero todas las que se pueden ademas colocar en el cuadro de las especies minerales, son muy diferentes bajo este aspecto, porque no hay ninguna que forme depósitos por sí sola. Todas estas sustancias se hallan diseminadas en varios puntos, en cristales, en núcleos, en masas pequeñas, ya sea en las rocas que componen los diferentes períodos de formacion, ya en los filones ú otros criaderos metalíferos, cuyos materiales esenciales hemos citado; algunos se encuentran constantemente en disolucion en las aguas que las acarrean á la superficie de la tierra, y algunas otras se forman diariamente por pequeñas porciones en diferentes circunstancias.

Casi todos los silicatos se hallan diseminados en una ó en otra de las rocas de la serie primitiva, ó en las rocas cristalinas silíceas que se encuentran intercaladas con depósitos arenáceos, ó en núcleos pequeños en las amigdaloides de las diversas épocas. Igual-

mente en las rocas cristalinas primitivas, es donde ser encuentran los aluminatos, los óxidos de titano, los titanatos y los tantalatos. Las demás sustancias como sulfuros, arseniuros, las sales insolubles de los diversos metales, se hallan casi todas por el contrario en los diferentes depósitos metalíferos, y casi nunca diseminados en las rocas. Hay materias de una y otra clase que parecen hallarse indiferentemente en todas las rocas primitivas, en todos los criaderos metalíferos: otras por el contrario se encuentran especialmente en alturas determinadas, en criaderos metalíferos particulares. Algunas se prolongan hasta en medio de los terrenos secundarios; pero todas desaparecen en los depósitos siguientes, de donde se sigue que en las comarcas que estan formadas de terrenos secundarios ó terciarios, hay muy pocas sustancias minerales que recoger, mientras que existen un gran número de ellas y muy variadas en las formadas de terrenos primitivos; asi la mineralogia, está por lo general bastante abandonada en las primeras, al paso que forma una parte esencial de la instruccion en las segundas, donde es importante por la explotacion de las minas.

Sustancias diseminadas en las rocas. Todas las rocas que hemos dado á conocer en los terrenos primitivos, contienen materias diseminadas; pero bajo este aspecto, son mas ó menos ricas. El granito mas antiguo, contiene pocas especies; los terrenos de gneiss independiente y micasquistos, contienen por el contrario un número bastante grande, ya en las rocas que llevan estos nombres, ya en las que se encuentran en capas subordinadas. En ellas existen mas particularmente las diferentes especies de *granate* y de *anfibol*, el *corindon*, las diferentes clases de *rubí*, etc. Los micasquistos parecen ser el asiento especial de la *estaurotida*, el *disteno* y la *ilvaita*; la primera no es conocida mas abajo; la segunda no llega mas arriba, y la tercera pertenece á rocas piroxénicas subordinadas á este terreno. La protógina por las rocas que de ella dependen, parece ser el asiento particular de diferentes sustancias que si se encuentran en otra parte no son tan abundantes, tales son: el *epidotó talita*; la *axinita*; la *anatasa*; la *erictonita*; el *esfeno cristalizado*, etc.; pero ninguna roca es mas abundante en sustancias minerales, ni presenta tan buenos ejemplares como la *pegmatita* ó granito gráfico; todo por decirlo asi, se encuentra en esta formacion; todo en ella cristaliza en grande como el cuarzo y la *orthosa* que la constituyen esencialmente, y ademas existen en ella sustancias que no se encuentran en ninguna otra parte. Los *granates*; las *micas*; el *óxido de titano*; la *esmeralda* (exceptuando sin embargo la esmeralda verde de los joyeros); el *topacio pirofisalita*; la *cimofana*, etc., etc., se encuentran en esta roca, y frecuentemente en nidos considerables; en ella se encuentran igualmente, pero en nidos pequeños, la *gadalonita*; las diferentes clases de *tantalita* é *itrotantalita*; los *fluoruros de cerio* y *de itrio*; el *fosfato de itria* y *de manganeso*; el *wolfran*; etc. Cada vez, por decirlo asi, que se visitan los terrenos de pegmatita, se encuentran en ellos algunas sustancias nuevas.

Cuando se dejan estas diversas clases de rocas, casi no se encuentran especies minerales; solo algunas de aquellas que hemos citado, se prolongan los esquistos arcillosos; pero apenas se presentan otras nuevas. Debe citarse sin embargo el *zircon*, que parece pertenecer especialmente á los terrenos de sienita, las esteatitas y la magnesita, que se encuentran en los depósitos de eufotidas, y que no se conocen en otra parte en los terrenos de cristalizacion. Es preciso llegar á los terrenos de orígen igneo para hallar aun otras especies minerales, y particularmente en las rocas amigdaloideas de sus diversas épocas. Los núcleos ó riñones que llenan las cavidades de estas rocas, presentan un gran número de sustancias, y particularmente los diversos silicatos, la mayor parte hidratados, que se han confundido en otro tiempo bajo el nombre de zeolitos, á causa de la facilidad con que forman gelatinas en los ácidos. Tales son: la *analcima*, la *apofillita*, la *chabasia*, la *harmotoma*, la *laumonita*, la *mesotipa*, la *frenita*, la *escolesita*; la *estilbita*, la *thompsonita*, etc., cuyo mayor número no se encuentran sino en esta clase de yacimiento. Por lo demás, la parte de estas rocas amigdaloideas, el basalto y los traquitos, contienen pocas sustancias diseminadas fuera de las *piroxenas augita*, el *anfibol hornblenda*; las *micas negras*, la *olivina*, especialmente en el basalto, y algunas veces el *zircon*, el *espinel* y el *corindon*, etc.

Las diferentes clases de lavas, contienen varias de las sustancias que se encuentran en las amigdaloideas, y ademas la *anfigena*, que se encuentra tambien en el basalto; la *nefelina*, la *meionita*, la *sodalita*, y un número bastante grande de sustancias, que se encuentran en las antiguas lavas del Vesubio, que han sido hasta aquí mal estudiadas.

Despues de las rocas que acabamos de citar, no se encuentran especies minerales diseminadas. Los terrenos secundarios son sumamente pobres; solo se encuentran en ellos, en nidos ó en filones pequeños, el *sulfato de barita*, que se prolonga hasta debajo de la creta; el *sulfato de estronciana*, que se encuentra hasta en el yeso de los terrenos terciarios; el *espato fluor* ó *fluoruro de calino*, en las calcáreas secundarias medianas, y del cual se han encontrado algunos cristales en el yeso terciario; el *cuarzo*, que se observa en diferentes puntos, en pequeños nidos cristalinos, casi en todas las épocas, y el *pedernal*, que se encuentra en riñones en la mayor parte de los depósitos calcáreos, y sobre todo en abundancia en la creta; un *silicato de hierro* de color verde, que se encuentra en forma arenosa en la creta verde, en las primeras hiladas de la calcárea grosera; el *silicato magnesita*, que no se conoce sino en los depósitos terciarios, posteriores á la calcárea grosera; un fosfato de cal (fosforita), que desde el medio del terreno secundario se encuentra en diferentes puntos, hasta en los lignitos; el *sulfato websterita* y el *sucino*, y en fin, el *sulfuro de hierro*, que se encuentra en otras muchas partes, se prolonga hasta en los depósitos bastante modernos de los terrenos terciarios, donde existe en riñones mas ó menos cristalinos ó en formas alteradas. Todas estas sustancias, se hallan en pequeñas masas compactas en estado terroso, y muy rara vez en formas cristalinas á no ser el cuarzo, y algunas veces los sulfatos de barita y de estronciana.

Al fin de los terrenos terciarios en las especies de aluviones, cuya edad no se puede fijar, porque no se hallan cubiertos por ninguna especie de rocas, se encuentra de nuevo un gran número de sustancias minerales, algunas de las cuales son muy importantes: mas estas sustancias no son entonces mas que el yacimiento donde se forman: estan en granos, en cantos rodados, ó en medio de materias arenáceas, que provienen ciertamente de la destruccion de los antiguos terrenos, y que forman los terraplenes de ciertos rios ó colinas mas ó menos considerables al pié de las montañas elevadas, ó tambien cubren espacios inmensos como en el Brasil. En estos depósitos se encuentran todas las materias que son bastante duras para haber resistido á la catástrofe que las ha desprendido de su asiento natural; tales como *corindon*, *espinel*, *cimofana*, *circon*, *topacio*, *esmeralda*, etc. En esta clase de yacimiento, es donde únicamente se ha encontrado hasta ahora el *diamante*, en granos, en cristales de todas dimensiones, por lo comun muy pequeños, asi como el *platino*. El *oro* se agrega á los mismos depósitos, y en esta posicion es objeto de grandes explotaciones en el Brasil. Nueva Granada y

Chile. Las materias arenáceas donde se encuentran estas tres sustancias reunidas frecuentemente en el mismo lugar, llevan en el Brasil el nombre de *cascalho*; estan formadas de cantos rodados, cuarzosos, unidos entre sí por una materia arcillo-ferruginosa, arenosa, mas ó menos abundante, y que contiene hierro oligisto, óxido de hierro magnético, dioritas granitoideas, compactas y esquistosas, etc. Se extienden en grandes espacios, y en todas partes se hallan enteramente al descubierto, lo cual es causa de la incertidumbre que hay respecto á su edad.

Sustancias de los criaderos metalíferos. Con estas sustancias sucede lo mismo que con las que se hallan diseminadas; algunas se hallan en casi todos los criaderos metalíferos; otras forman depósitos particulares, de donde se sigue que se hallan constantemente juntas, y nunca muy rara vez reunidas con otras. *Los criaderos de minerales de plata*, son en general aquellos en que se encuentran los *arseniuros* y *arseniatos de cobalto*, á los cuales se hallan siempre asociados, el *arseniato de cal*; el *arseniuro* y *arseniato de niquel*, y tambien con frecuencia, el *arsénico*, el *bismuto*, el *antimoniuro* y el *arseniuro de plata*; algunas veces se encuentran tambien sustancias cobálticas en las minas de cobre piritoso, ya de los terrenos antiguos, ya de los esquistos bituminosos de la calcárea peneana.

Los depósitos de *galena* (sulfuro de plomo), son los criaderos especiales de los carbonatos, sulfatos y fosfatos de plomo; con estos minerales se encuentra tambien particularmente la *blenda* (sulfuro de zinc), muchas veces en cantidad considerable que se explota hoy ventajosamente para la preparacion del zinc, destinado en la actualidad á muchos usos á que se aplicaba el plomo. La mayor parte de los minerales de plomo, son argentíferos encontrándose en ellos diferentes sustancias argentíferas como el *sulfuro*, el *antimoniuro*, el *arseniuro* y el *sulfo-antimoniuro de plata*. El sulfuro de antimonio, la burnonita, y muchos sulfuros dobles que deben constituir diferentes especies, se encuentra en ellos igualmente. Por último, en estos depósitos, se encuentran los carbonatos de barita y de estronciana, y frecuentemente tambien el *espato fluor*, aúnque se le encuentra en otros diferentes depósitos, y notablemente en los de estaño.

Los depósitos de cobre piritoso ademas de los minerales de cobalto que contienen en diferentes localidades, presentan tambien todas las materias en que el cobre es uno de los principios, como el carbonato, fosfato y arseniato de este metal: el *cobre metálico*, el *proto-óxido de cobre*, el *sulfuro* y las diferentes materias cuprosas que se han confundido con el nombre de *cobre gris*.

Los depósitos de óxido de estaño contienen particularmente los *tungstatos de hierro de cal*, *de plomo*, el *arseniuro*, y sobre todo, el *arseniato de hierro*, que es caracterísco de estos depósitos, el *sulfuro de estaño y de cobre*, los *fosfatos de urano* y *de cal*, y frecuentemente el *topacio*.

Los depósitos de minerales de hierro son los mas pobres de todos; se encuentran en ellos pocas sustancias, y quizá no las hay que puedan citarse como si les fueran particulares. Se encuentra en ellos accidentalmente el *carbonato de hierro cristalizado*, el aragonito, algunas estalacticas de óxido de manganeso, la *datolita* y el corindon. El óxido de manganeso es la sustancia que se encuentra mas constantemente asociada á ellos.

Sustancias en disolucion en las aguas. Las aguas que se encuentran en la superficie del globo y que manan en diferentes terrenos, ofrecen aun otro depósito á ciertas sustancias minerales que tienen en disolucion. De este modo es, segun hemos dicho ya como la sal comun se halla en disolucion en los mares y en las aguas de muchos lagos que abundan en nuestros continentes. Lo que hay en esto de notable es, que siempre dichos lagos ó los charcos de agua salada se hallan en la inmediacion de los terrenos salíferos, y por lo comun puede creerse, que el agua ha tomado de dicho terreno las materias salinas. Otras muchas sustancias, como el sulfato y el carbonato de cal, y aun la sílice aunque muy difícilmente soluble, son disueltas por las aguas que las atraviesan. En los paises calcáreos, la mayor parte de las aguas contienen carbonato de cal que depositan en la superficie de la tierra ó en las cavidades subterráneas bajo la forma de estalacticas; parece que en otro tiempo estas aguas calcaríferas eran muy abundantes porque han formado en diferentes puntos depósitos muy considerables, y generalmente mas sólidos que puedan hacerlo hoy.

Pero ademas de estas materias que se hallan en depósitos mas ó menos considerables en el seno de la tierra de donde se puede suponer hasta cierto punto, que han sido extraidas por las aguas, hay otras muchas que nunca se encuentran mas que en disolucion; tales son los *cloruros de calcio y de magnesio*, los *nitratos de cal*, *magnesia*, *de potasa y sosa*, *los carbonatos y sulfatos de sosa*, *el sulfato de magnesia*, *el ácido bórico* y los *boratos de sosa*, etc., que se hallan en las aguas de los mares ó de los lagos, en las que manan del seno de la tierra que constituyen las diferentes aguas minerales. Las cuatro primeras sales que son muy delicuescentes, no se solidifican nunca; las otras forman frecuentemente en el fondo de las aguas, cristalizaciones mas ó menos gruesas. El carbonato y el sulfato de sosa, se eflorecen en las orillas de los lagos ó en su fondo cuando se desecan durante los calores del estío.

Los cloruros de sodio (sal comun) de calcio y de magnesio, los carbonatos y sulfatos de sosa, se hallan casi siempre juntos en las aguas de los lagos y en las aguas minerales; únicamente sucede, que unas veces domina el cloruro de sodio, y otras por el contrario, el carbonato de sosa que se puede entonces explotar para el comercio, y que durante los grandes calores que evaporan las aguas se eflorecen en la superficie de las llanuras.

El sulfato de sosa existe muchas veces solo en varias aguas minerales, y tambien en las galerías de las minas y en las excavaciones de los depósitos salíferos. Lo mismo sucede al sulfato de magnesia, cuya abundancia en algunas localidades hace muy productiva su extraccion.

Los nitratos de sosa, de potasa, de cal y de magnesia, que van siempre juntos, se encuentran en lagos distintos de los primeros; pero tambien en las llanuras arenosas de todas las partes de nuestros continentes, y en las aguas de los pozos abiertos en estos terrenos en las grandes ciudades. El nitrato de potasa, se eflorece en la superficie de estas llanuras, en las paredes viejas, en las de las caballerizas y corrales, y en la superficie de las colinas calcareo-arenosas.

El nitrato de sosa, ha sido particularmente hallado en capas muy delgadas, muy extensas, muy cerca de la superficie del suelo, y cubierto únicamente por depósitos limosos muy modernos, con los cuales se halla mezclado.

El ácido bórico y el borato de sosa, son tambien sustancias que se hallan en lagos particulares. El ácido bórico ha sido observado en las lagunas de las cercanías de Siena en Toscana, en las cuales cristaliza en masas pequeñas compuestas de pajitas brillantes. El borato de sosa, se encuentra en disolucion de las aguas de ciertos lagos de la India á quince dias de marcha de Teschulumbu ó de las montañas del Tibet en el canton de Sumbul. Se asegura, que cristaliza algunas veces en el fondo de estos lagos, lo cual puede explicar su presencia en otros puntos del Tibet

bajo la forma de capas pequeñas cristalinas á la profundidad de algunos piés. Tambien se le cita en Ceilan, provincia de Purbarth, en Persia, en la Tartaria meridional y en China; se asegura que existe en abundancia en las minas de Viquintipa y de Escapa en el Potosí.

Es muy difícil saber cuál es el orígen de estas diferentes sales que se encuentran en las aguas sin conocer sus depósitos en la serie de las formaciones minerales. En este punto no puede haber mas que ciertas probabilidades, relativas sobre todo á algunas de ellas. Berthollet despues de haber visitado el valle de los lagos de Natron en Egipto, despues de haber observado que en todos los lugares bastante conocidos el carbonato de sosa va acompañado de sal comun, y se halla en la inmediacion de los depósitos calcáreos, ha creido que esta sal procedia de la descomposicion de la sal comun por el carbonato de cal, y que esta descomposicion se facilitaba por la facultad de eflorecerse que posee el carbonato de sosa.

La presencia del sulfato de sosa, se atribuye tambien á una descomposicion de la sal comun, y entonces por el intermedio del sulfato de magnesia, sobre todo á temperaturas bajas, porque en el invierno es cuando el sulfato de sosa se halla en mayor cantidad en los lagos; pero hay que convenir en que esta explicacion no hace mas que separar un poco las dificultades, porque ante todo se necesita tener sulfato de magnesia, y es difícil determinar su orígen.

El orígen de los nitratos no es menos difícil de explicar que el de las otras materias salinas; pero hablaremos de esto mas adelante.

Sustancias que se forman diariamente. La mayor parte de las sustancias minerales que observamos, se han formado en los diferentes yacimientos en épocas muy distantes de nosotros, y no podemos formar mas que conjeturas acerca de su orígen; pero las grandes operaciones que han podido formarlas, no se han interrumpido aun del todo en la superficie del globo, y todavía vemos algunas materias formarse por decirlo asi á nuestra vista, lo cual puede darnos al menos algunas ideas acerca de lo que ha pasado en la serie de los siglos.

Las formaciones diarias mas importantes, son las que se verifican en los volcanes; las lavas no son otra cosa sino aglomeraciones de silicatos de diferentes clases que resultan necesariamente de las reacciones químicas de las diferentes materias que contienen las masas fundidas expelidas del seno de la tierra en estas grandes operaciones de la naturaleza. En efecto, las lavas se hallan en estado líquido en el momento de salir del volcan, y solo por enfriamiento se ven aparecer en ellas cristales de diferentes naturalezas; todo prueba tambien, que la duracion del enfriamiento influye mucho en la naturaleza y número de las materias que se forman, permitiendo sin duda á los elementos unirse en tales ó cuales proporciones. Cuando las materias liquidadas se han enfriado súbitamente, resulta una masa homogénea que por lo comun no presenta en la análisis mas que proporciones indeterminadas, y en la cual apenas se descubren algunos vestigios de metales diseminados. Esto es lo que se verifica por ejemplo en las porciones de materias fundidas que se recogen á la salida del volcan en moldes donde se les hace tomar diferentes configuraciones; entonces no se ve mas que una materia tanto mas homogénea, cuanto mas líquida se ha recogido, y algunos rudimentos de cristales de anfigena, augita etc., cuando se recoge en estado mas ó menos pastoso. La superficie de las corrientes, las materias escoriáceas lanzadas al aire, se hallan frecuentemente en el mismo caso: son materias homogéneas, vidriosas ó pétreas que no ofrecen relacion alguna entre las proporciones de sus principios constitutivos. Por el contrario, en el centro de las corrientes donde las materias se solidifican poco á poco, se forman una multitud de combinaciones que cristalizan cada cual á su manera, y cuyo conjunto forma una roca compuesta de una ú otra especie.

Las sustancias que se forman asi, son el *silicato albita*, los *silicatos arcillo-ferruginosos* mal conocidos que constituyen las mas veces la parte de la roca, la *anfigena*, las *piroxenas*, las *anfiboles* de diversas clases, las *micas* que se refieren tambien á diversas especies, los *peridotos*, algunas veces el *silicato orthosa*, la nefelina y un gran número de otros silicatos que son mal conocidos, que se encuentran en cristales, en filamentos capilares, en las hendiduras de las lavas. Debemos citar tambien el *silicato zircon*, el *corindon*, el *aluminato espinela*, un *aluminato* ciomorfo á base de bióxido de hierro, y muchas otras sustancias que se han encontrado rara vez y en pequeña cantidad. Algunas veces se ha supuesto, que estas diversas sustancias eran extrañas á las lavas, y que existian primitivamente en las rocas sobre las que los volcanes habian ejercido su actividad ó su accion, y que habian quedado diseminadas sin alteracion en las materias que habian sido fundidas; mas aunque algunos sabios por otra parte de gran mérito, han adoptado esta opinion y la han defendido asimismo con empeño, no es posible admitirla sino como una aberracion del espíritu humano. En efecto, por una parte la materia de las lavas, existe en el estado de fusion bien distinta en los volcanes, y la mayor parte de los cristales que se observan luego que se ha solidificado, se habrian fundido evidentemente á aquella temperatura como los vemos fundirse al fuego de nuestros hornos; por otra parte, examinando atentamente las lavas, se ve que los cristales de las diferentes sustancias que se pueden distinguir en ellas, se hallan entremezclados y se penetran mutuamente de todas maneras y que sucede bastante frecuentemente que envuelvan las partes de la materia que forma la base general de la lava, lo cual indudablemente no puede verificarse sino siendo los cristales de una formacion contemporánea de la de la pasta que los contiene. Finalmente, no hay razon para suponer que en las masas liquidadas por el fuego de los volcanes, deje de suceder lo mismo que en las mezclas terrosas que hacemos fundir en nuestros laboratorios; ahora bien, en estas fusiones artificiales, vemos perfectamente á las materias cristalizar, y lo que es mas, sabemos formar á nuestro antojo piroxenas, anfibol, peridoto etc. Añadamos, que las escorias de nuestros hornos nos presentan tambien diferentes sustancias semejantes á las que observamos en las diferentes formaciones minerales: en ellas se encuentran peridoto, mica, piroxena, idocrasa etc.; es pues evidente, que lo que se forma de todas maneras en nuestros hornos, debe asimismo formarse en los volcanes.

Las *solfataras* ó minas de azufre que se hallan inmediatas á nuestros volcanes que existen con bastante frecuencia en sus cráteres durante los tiempos de calma; pero que se observan tambien en los depósitos traquíticos, dan lugar asimismo á la formacion de diferentes sustancias. El azufre en ellas se desprende comunmente de las diferentes hendiduras de las lavas, se deposita en diferentes puntos sobre sus paredes, ó entra en combustion y da orígen á los ácidos sulfuroso y sulfúrico, el primero de los cuales sobre todo se desprende siempre en abundancia. Estos ácidos en vapores, obran con fuerza sobre las rocas inmediatas, las descomponen, ponen en descubierto cuerpos en otro tiempo combinados, y dan orígen á una multitud de productos nuevos. La sílice de los silicatos que constituyen los productos volcánicos hallándose en libertad, queda en estado de hidrato (ópalo) que arrastrado por el agua se deposita en pequeñas capas sobre todas las materias como el carbonato de cal de las aguas que manan en los terrenos

calcáreos. La *alúmina*, la *cal*, la *potasa*, los *óxidos de hierro*, *de manganeso* etc., que forman la base de estos silicatos, se combinan entonces con el ácido sulfúrico, y resultan sulfatos de estas diferentes bases.

El *sulfato de cal*, el *sub-sulfato de peróxido de hierro*. quedan aislados y se depositan en varios puntos; pero el *sulfato de alúmina* que algunas veces se deposita solo, se combina tambien con el sulfato de potasa, resultando ya el *alumbre*, que es como todos saben una sal soluble, y á la *alunita* que es un sulfato insoluble á base de alúmina y potasa. Es muy probable que del mismo modo se hayan formado los depósitos de alúmina que se encuentran en tantos lugares diferentes en medio de los detritus, de los terrenos traquíticos. Los vapores ácidos son tambien algunas veces condensados por las aguas y este es el orígen de ciertas aguas acidulas sulfurosas que se observan en algunas localidades.

Despues de estos focos de produccion diaria de diferentes sustancias minerales, es preciso dirigirse á los criaderos metalíferos para encontrar otras. En ellos las diferentes materias que se encuentran en presencia unas de otras expuestas á la humedad que reina casi siempre en estas cavidades subterráneas, obran unas sobre otras, se descomponen y dan orígen á nuevos cuerpos que se combinan de todas maneras. Los sulfuros de hierro, se descomponen diariamente y de ellos resultan, ácido sulfúrico y óxidos de hierro, que se combinan inmediatamente; por una parte se forma proto-sulfato de hierro que casi siempre es arrastrado en disolucion por las aguas, y por la otra, sub-sulfatos de peróxido que se depositan frecuentemente en el interior de las minas bajo la forma de materias pulverulentas de un amarillo parduzco ó bajo la forma de estalactitas. El sulfato de cobre, se produce tambien frecuentemente sin duda por la descomposicion de los doble sulfuros de cobre y de hierro. Lo mismo sucede con los sulfatos de niquel y de cobalto; pero como estas dos sustancias proceden sin duda de la descomposicion de los arseniuros y sulfoarséniuros, sucede tambien que se forman arseniatos de niquel y de cobalto, y aun arseniatos de hierro que se mezclan frecuentemente con los sub-sulfatos. Tambien vemos formarse á nuestra vista, carbonato azul de cobre, que se deposita en forma pulverulenta, en las laderas de las montañas, en la inmediacion de las minas de cobre. Finalmente en los trabajos antiguos de las minas, se encuentran sobre las paredes de las galerías, un gran número de sales simples ó dobles que la mayor parte son, sulfatos de hierro, de manganeso de cobre, de magnesia, de alúmina, etc.

Es tambien muy probable que un gran número de sustancias que se encuentran en cortísimas cantidades en los filones cuyas diferentes cavidades tapizan con sus pequeños cristales y que cubren diferentes materias con penachos fibrosos, sean debidos tambien á formaciones diarias; tales son los arseniatos, fosfatos y carbonatos de cobre, comunmente los sulfatos y carbonatos de plomo, el oxi-sulfuro de antimonio ó kermes, que procede indudablemente de la descomposicion del sulfuro, y aun muchos sulfuros dobles que no se conocen sino en pequeños cristales, y que no forman la parte esencial de los criaderos metalíferos. En efecto, se pueden citar muchas de estas sustancias que se forman sobre las paredes de las antiguas galerías y aun en los artesonados.

No podemos saber positivamente cómo se forman estas diversas materias en la naturaleza, y podrian hacerse en este punto investigaciones interesantes en las minas, mas es probable que suceda alguna cosa análoga á la que M. Becquerel ha observado en los bellos experimentos sobre la formacion artificial de muchas materias, aun insolubles, que ha obtenido en cristales pequeños bien distintos. Es decir, que son fenómenos electro-químicos.

El principio general descubierto por Becquerel, y que le ha servido para formar todos sus productos, es este; cuando una sustancia ácida se combina con una sustancia alcalina, ó bien cuando se hace obrar una disolucion saturada, sobre una que no lo está, la primera toma siempre la electricidad positiva, y la segunda la electricidad negativa. Estas son las dos electricidades, de que se ha apoderado por medio de un tercer cuerpo convenientemente elegido, capaz de ejercer acciones químicas interpuesto entre los dos primeros que hacen uno el papel de ácido y otro el de álcali, para formar una pila cuya accion lenta subsiste todo el tiempo que dura la accion química, y da sucesivamente orígen á productos cristalizados, solubles ó insolubles, cuya naturaleza varia con la intensidad de la pila. Asi se ve, que poniendo en contacto, en un tubo cerrado por un extremo, deuto-óxido de cobre, una disolucion de nitrato de cobre, por ejemplo, y despues una lámina de cobre, que forma el tercer cuerpo de que hemos hablado, se forma una pila, en razon de la accion química de la disolucion salina sobre el deuto-óxido de cobre, que pone en contacto dos disoluciones, saturadas á diferente grado; porque una parte del nitrato pierde su ácido, para formar sub-nitrato. La parte de la lámina situada fuera del deuto-óxido, y que se halla dentro de la disolucion saturada, forma el polo negativo de la pila, mientras que la que toca al deuto-óxido, forma el polo positivo. Ahora bien: la accion química, es un principio sumamente débil, y la sal de cobre en disolucion, experimenta una descomposicion tal, que su óxido sin cambiar de estado, se dirige al polo negativo de la pila. Al poco tiempo, aumentando la energía de la pila, este óxido se descompône en parte, y se forma proto-óxido de cobre, que cristaliza en la parte negativa de la lámina, precisamente como cristaliza en la naturaleza. Creciendo aun mas la accion, el óxido de la sal, experimenta una descomposicion completa, y el cobre cristaliza puro. Estos fenómenos duran hasta que el deutóxido, colocado en el fondo del tubo se ha transformado enteramente en sub-sal; pero cuando la cantidad de este deutóxido, es mayor de lo que se necesita para dar lugar á la descomposicion completa de la sal cuprosa, se forma nitrato de amoniaco que se deposita en largos cristales prismáticos por efecto de la descomposicion simultánea del agua y del ácido nítrico.

Este solo ejemplo demuestra cómo se pueden separar los óxidos de sus combinaciones con los ácidos, desoxigenarlos en todo ó en parte y obtenerlos cristalizados, asi como al metal que les sirve de base. Modificando este procedimiento, Becquerel ha hecho cristalizar los proto-óxidos de plomo de zinc y de manganeso. Una precaucion que hay que tomar, es usar en lo posible láminas del metal que entra en la sal, porque la atraccion de un metal determinado, sobre el mismo metal ó sobre sus óxidos, parece mayor que sobre un metal diferente.

Becquerel ha obtenido el cloruro de plata por el mismo procedimiento. Pone en un tubo ácido hidroclórico, é introduce en él una lámina de plata, colocando luego en el fondo del tubo, carbon expuesto préviamente á una temperatura elevada para hacerle conductor de la electricidad. El carbon es aquí el tercer cuerpo que se apodera de la electricidad desarrollada por el contacto de los otros dos, y se forma una pila en que la parte de la lámina de plata que no toca al carbon, se vuelve positiva, atrae el cloro, y se combina con él. De esto resulta, cloruro de plata, que cristaliza y que tiene todos los caracteres del de la naturaleza. Del mismo modo se obtiene cloruro de cobre en hermosos octaedros, etc.

Se pueden asimismo obtener otros cuerpos por un procedimiento diferente. Cuando una combinacion

de dos cuerpos se halla en circunstancias tales, que un líquido en contacto con ella pueda obrar con mas fuerza sobre uno de los componentes que sobre el otro, de modo que ocasione una descomposicion muy lenta, la sustancia que no ha sido atacada por el líquido, se separa inmediatamente de la combinacion, cristalizando. De aquí resulta que un cuerpo para cristalizar, no siempre necesita estar disuelto en un líquido. Asi es, por ejemplo. que exponiendo los sulfuros dobles de plata y potasio, de cobre y de potasio, de antimonio y de potasio, de hierro y de potasio, de estaño y de potasio, etc., á acciones eléctricas muy débiles que ocasionan su descomposicion, se forman sulfuros de plata, de cobre, de antimonio, de hierro, de estaño, etc., que cristalizan, y cuyo aspecto es el mismo que los que se encuentran en la naturaleza. Del mismo modo se obtienen seleniuros, algunos de los cuales se encuentran en la naturaleza, yoduros, bromuros, etc., que se encontrarán quizá un dia entre las sustancias minerales y que todos son compuestos insolubles.

Para obtener las dobles combinaciones de que acabamos de hablar y por cuyo medio se forman sulfuros seleniuros, etc., se usa el aparato siguiente que aplicamos para tomar un ejemplo, á la formacion del sulfuro de plata. Se toman dos tubos de cristal, abiertos por ambos extremos; se llena su parte inferior hasta cierta altura de arcilla muy fina, ligeramente humedecida por un líquido conductor de la electricidad; se vierte en la parte superior del uno, una disolucion de nitrato de plata, y en la del otro una disolucion de hidro-sulfato de potasa, descompuesta ya en parte por la accion del aire, porque de otro modo la accion seria demasiado viva. Se establece en seguida la comunicacion de un tubo á otro por la parte superior, por medio de una lámina de plata, y se colocan los dos tubos por la parte inferior en otro tubo que contiene un líquido destinado á establecer una comunicacion que será necesariamente muy lenta, entre las dos disoluciones de nitrato de plata y de hidro-sulfato de potasa.

Veamos lo que pasa en este aparato. La extremidad de la lámina de plata, que se halla en contacto con la disolucion de nitrato, forma el polo negativo de una pila, y la otra forma el polo positivo; desde este momento el nitrato se descompone: el oxígeno solo se dirige al polo positivo y se combina con el hidrógeno del ácido hidro-sulfúrico, mientras que el azufre que queda aislado, se combina con una porcion de lámina de plata, que se halla junto á él. Este sulfuro de plata en estado naciente, se combina con una porcion de sulfuro de potasio, formado por la descomposicion del hidro-sulfato, y resulta un doble sulfuro de plata y de potasio que cristaliza en hermosos prismas.

Tales son los fenómenos que pasan en el primer momento, pero el ácido nítrico, del nitrato de plata descompuesto, empieza pronto á llegar tambien al polo positivo; su accion se dirige naturalmente sobre el sulfuro de potasio, y produce asi la descomposicion del doble sulfuro que en un principio se habia formado; desde entonces se forma por una parte sulfato de potasa, y por otra sulfuro de plata, que abandonado muy lentamente cristaliza sobre la lámina de plata porque nada turba los movimientos que las partículas se ven obligadas á hacer para agruparse regularmente.

Este procedimiento puede emplearse siempre que se quieren formar dobles combinaciones en que uno de los componentes es insoluble y obtenerlas cristalizadas; no hay mas que substituir disoluciones convenientes, á las que hemos citado.

Debe parecer ya muy probable que se verifiquen fenómenos análogos á los que hemos descrito, en el interior de las cavidades subterráneas, y que sea así, como se forman diariamente en los depósitos metalíferos, las diferentes combinaciones que vemos esparcidas en la superficie de los minerales que constituyen la masa principal de estos depósitos; no es dudoso que si alguno, poseyendo bien toda esta teoría electro-química, recorriera hoy las minas mas ricas en producciones que parecen bastante modernas descubriria la marcha que sigue la naturaleza para formar todos los dias estas diferentes sustancias. Ya vemos claramente cómo han podido operarse diferentes cristalizaciones que se han observado en algunas circunstancias particulares. John Davy se ha proporcionado en Corfú un casco antiguo de bronce ¡hallado en el mar y que estaba cubierto de una costra caliza.¡Esta costra despues de separada ha dejado ver en la superficie del bronce, cristales de cobre puro, de proto-óxido de cobre y de sub-cloruro del mismo metal, circunstancia enteramente semejante á lo que podria suceder en los aparatos que hemos descrito. Medalla de cobre encontradas en un sepulcro antiguo han presentado en su superficie cristales de cobre puro, de proto-óxido de cobre, y de carbonato de este metal.

Asi la naturaleza ha hecho en estas circunstancias todo lo que nosotros podemos hacer artificialmente.

CAPITULO V.

DE LAS MATERIAS AERIFORMES Y LIQUIDAS.

Todas las observaciones que hemos mencionado hasta ahora, no tienen relacion sino con los cuerpos sólidos, pero muchas sustancias aeriformes ó líquidas reclaman tambien nuestra atencion en este punto. Sin hablar del aire atmosférico, que rodea la tierra por todas partes, tenemos el gas ácido carbónico, el gas hidrógeno-carbonado, que parecen tener depósitos determinados á veces de gran interés. Entre los líquidos el agua tiene demasiada importancia para ser pasada en silencio.

El gas ácido carbónico en estado libre se halla particularmente en las cavernas de los paises volcánicos, y en algunas de las de los terrenos secundarios; tambien existe en el fondo de los pozos y en el de las minas; algunas veces llena enteramente estas cavidades; pero comunmente por efecto de su peso, mayor que el del aire, no ocupa mas que la parte inferior hasta la altura de un pié ó dos, asi que los animales pequeños no pueden entrar en estas cavernas sin ser asfixiados, mientras el hombre las recorre sin peligro alguno. Sin embargo es muy prudente no aventurarse nunca en las cavidades subterráneas, donde no se ha entrado en mucho tiempo, y sobre todo en los pozos de las minas, sin haber echado en ellas un cuerpo inflamado para saber si arde, y por consiguiente si se podrá respirar.

Entre las grutas mas conocidas que contienen siempre gas ácido carbónico, deben citarse, *la gruta del Perro*, á orillas del lago de Agnano, cerca de Nápoles; muchas cavernas de las cercanías de Bolsena; la gruta de Thyphon en Cilicia, en el Asia Menor; la gruta de Auvenas en el departamento del Ardeche en Francia; la gruta de la antigua abadía de Laach, á orillas del Rhin, etc., etc. El suelo de estas cavernas parece algunas veces retener el gas en sus pozos y debajo de sí, é impedirle escaparse á la superficie; en efecto, basta en algunos puntos remover la tierra ó cavar á algunos piés para que se desprenda en abundancia.

El gas ácido carbónico se halla tambien en estado de disolucion en el agua, y constituye las aguas acídulas gaseosas, de que existen un gran número de manantiales en todos los terrenos primitivos, intermediarios, secundarios ó de orígen ígneo.

El *gas hidrógeno carbonado* abunda mas que el anterior en la naturaleza, y sobre todo presenta fenómenos mucho mas notables. En primer lugar se despren-

de durante los tiempos calorosos, de las aguas estancadas, en cuyo fondo se encuentran materias orgánicas en descomposicion ó materias terrosas que la desecacion de los pantanos deja en descubierto durante el verano. Pero tambien se desprende en abundancia del interior mismo de la tierra y sin que pueda entonces tenerse idea alguna positiva acerca de su orígen. Existe en gran cantidad en el interior de las minas de ulla, donde se renueva continuamente y suele producir por su inflamacion accidentes funestos; se desprende habitualmente de la masa del combustible y hay capas ó masas donde es tan abundante que basta abrir un agujero con la sonda para que salga un chorro violento que en algunos puntos los mineros tienen siempre encendido. Se ha creido observar que en el mismo depósito todas las capas de ulla no eran susceptibles de producirla igualmente; que se desprendia en mayor cantidad de unas que de otras, y aun hay depósitos enteros que no producen nada. Se ignora absolutamente cuál sea la causa del desprendimiento habitual de este gas, ¿es un resultado de la descomposicion que experimentan diariamente en el seno de la tierra las materias orgánicas, cuya acumulacion ha dado orígen á las capas de ulla? ¿ó bien como se ha creido algunas veces, está formado desde hace mucho tiempo y retenido, comprimido, en los poros del combustible donde no espera mas que una salida para desprenderse con una fuerza proporcionada á su elasticidad? Sobre esto no puede haber todavía una opinion definitiva; hay razones en pró y en contra de estas dos maneras de ver que quizá no son una niotra verdaderas.

Pero ademas de esta especie de depósito, el gas hidrógeno carbonado se desprende de gran número de puntos de la tierra, y casi siempre de terrenos arcillo-arenosos fangosos en su profundidad. Sale inmediatamente al través de las arenas, cuando el terreno está séco, ó bien atravesando el agua de los pantanos que las cubren y llega á su superficie, produciendo burbujas mas ó menos voluminosas, ó bien se desprende por las hendiduras de ciertas rocas sólidas. Unas veces este gas existe solo, y no manifiesta su presencia mas que por un olor particular que depende de que no está puro; otras veces está mezclado con petroleo mas ó menos espeso. En muchas circunstancias se desprende tambien del seno de la tierra con una gran cantidad de materias terrosas disueltas por el agua y muchas veces impregnadas de sal comun; hay algunos de estos manantiales que vómitan ó han vomitado en diversas épocas una cantidad considerable de estas sustancias. No se sabe todavía positivamente en qué especie de terreno nace este gas; mas todo concurre á probar, que proviene las mas veces de los últimos depósitos intermediarios, de donde jamás se le ve salir inmediatamente. La presencia de la sal en las materias terrosas que arrastra consigo ó que impele á la superficie de la tierra, conduce naturalmente á buscar su orígen en los terrenos, donde se encuentra la sal ordinariamente, y por consiguiente en la parte media de los terrenos secundarios, ó en su parte inferior en la inmediacion del terreno ullífero. La presencia del betun puede tambien conducir en parte al mismo resultado; pero podria igualmente producir la idea de su formacion en los terrenos terciarios, porque el betun se encuentra en ellos en muy gran cantidad. Por lo demás, es posible que se forme en muchas especies de terrenos.

Cuando estos surtidores de gas se inflaman, lo cual sucede casi siempre accidentalmente por haberse acercado un cuerpo en ignicion, da lugar á lo que se llama terrenos ardientes, fuentes ardientes, fuentes inflamables, fuegos naturales, etc., que algunas veces se han confundido equivocadamente con los efectos volcánicos, con los cuales no tienen relacion alguna. La inflamacion, se verifica sin detonacion, pero las llamas son algo ruidosas en el primer momento; producen un calor bastante fuerte para calcinar el terreno sobre que arden, y dejan asi varios espacios áridos é incapaces de vegetacion. Estas porciones de terrenos calcinados, son las que hacen descubrir el sitio de los fuegos durante el dia, porque las llamas no son ordinariamente visibles sino de noche; de dia son eclipsadas por la luz del sol. El calor que se desprende se hace sentir á alguna distancia, asi como cierto olor particular sobre todo cuando el viento le trae. Estos fuegos una vez encendidos continúan ardiendo mas ó menos tiempo, hasta que los apagan las grandes lluvias ó los vientos fuertes; las lluvias menudas parecen mas bien animarlos que debilitarlos, probablemente porque disminuyen la compacidad del terreno que se opone á la libre salida del gas, por la misma razon se aumenta la intensidad de los fuegos, escarbando la superficie del suelo ó abriendo surcos en él.

Estos manantiales gaseosos son bastante abundantes en la superficie de la tierra, y se citan en todas las partes del mundo. La Italia es la localidad mas notable; en ella existen una gran cantidad de manantiales de esta especie, en la pendiente septentrional de los Apeninos, formados en gran parte de depósitos arenosos, en el Parmesano, el Modenés, el Bolonés, etc., allí es donde se encuentran los fuegos de Velleja, de Pietra-Mala, de Barigazzo, etc. Saliendo de estas comarcas, hay que llegar á las orillas del Mar Caspio, cerca de Baku, para encontrar los mismos fenómenos, el gas se desprende allí en abundancia, con vapores de nafta y de betun de las aberturas de una tierra rojiza y margosa que reposa sobre un terreno calizo. Se citan tambien en diversas partes de Europa, un gran número de manantiales, que al mismo tiempo que agua, dan tambien gas inflamable; pero segun parece, en muchos casos, son manantiales de agua sulfurosa de los cuales se desprende gas hidrógeno sulfurado.

El agua que hace un papel tan importante en la superficie del globo, se encuentra en estado sólido, en estado líquido, y aun en el de fluido aeriforme.

El agua en estado sólido, se forma donde quiera que la temperatura se halla bajo cero; permanece constantemente en este estado en todos los lugares en que la temperatura media, se halla hácia este límite ó mas bajo. En los polos existen masas de hielos perpetuos al nivel mismo de los mares; pero bajo los diferentes paralelos, solo se encuentran á cierta elevacion sobre las montañas en que las nieves se acumulan sucesivamente. Las alturas donde empiezan estos depósitos aumentan rápidamente yendo de los polos al ecuador, y la observacion directa ha dado en este punto los resultados siguientes:

Hácia los 70.° de latitud. . . .	540 toesas.
— 65.°	770
— 45.°	1500
— 20.°	2400
el ecuador—	2500

En las regiones ecuatoriales, la temperatura media en el límite de las nieves es, 1,°5: en las regiones templadas esta temperatura es,—3,° 7: en las regiones glaciales—6.° Por esta observacion se puede calcular aproximadamente el límite inferior de las nieves á todas las latitudes; basta buscar en la zona tórrida á qué altura, la temperatura de la atmósfera es, 1°, 5; en la zona templada á qué altura es, —3°, 7, y en la glacial á qué altura es,—6° á tal ó cual latitud. Pues bien, partiendo todavía de la observacion, se ve que para la primera zona, la altura media á que es preciso elevarse para hallar una disminucion de 1° de calor, es de 95 toesas; que en la zona templada es de 89, y en la glacial de 85. Asi, pues, conociendo la temperatura media del nivel de

los mares á la latitud dada, basta disminuirla 1°--5 ó aumentarla 3°. 7 ó 6, segun la zona, y multiplicar en el primer caso por 95 toesas, en el segundo por 89 toesas, y en el tercero, en fin, por 85, para tener el límite que se busca.

Por ejemplo: hácia el ecuador, la temperatura media es poco mas ó menos 27°; asi pues la altura de las nieves es, $25°5 \times 95 = 2422$ toesas. Hácia los 20° de latitud, la temperatura media al nivel de los mares es poco mas ó menos de 26°; el límite de las nieves perpetuas, es pues, $24°5 \times 95 = 2,327$ toesas. Hácia los 45° la temperatura es de 13 á 14°; límite de las nieves es 17×89 ó $18 \times 89 = 1,513$ ó 1,602 toesas. En las regiones glaciales hácia los 70° la temperatura media es 0°; la altura de las nieves, es pues, $6 \times 85 = 510$ toesas etc. Estos resultados se aproximan suficientemente por una simple evaluacion á los de la observacion directa; pero no se les debe suponer exactitud; solo se puede apelar hoy á la observacion para conocer las variaciones que una multitud de circunstancias pueden reanimar en las diferentes localidades. Estas masas de nieves eternas acumuladas en la cumbre de las montañas ó caidas de golpe en las cuencas y valles profundos inmediatos, constituyen lo que se llama *neveras*. Las que proceden de las nieves, caidas inmediatamente de la atmósfera, empiezan en todos los climas en el límite de las nieves eternas, y por consecuencia á 1,500 ó 1,600 toesas en la zona templada; pero las que proceden de las avalanchas, cuyas materias se han acumulado sucesivamente en los valles, se hallan mucho mas bajas y descienden á nuestros climas hasta 700 toesas sobre el nivel del mar en medio de los prados y de las tierras labradas de estas montañas. La masa de las primeras es casi invariable; pero las segundas varian continuamente; unas veces su masa disminuye, y otras aumenta, segun el grado de calor de los veranos que las derriten en mayor ó menor cantidad; á veces disminuyen durante algunos años seguidos, y aumentan lo mismo. Estas son las neveras accidentales que se han visitado algunas veces, y que en efecto presentan circunstancias notables; los hielos en efecto se encuentran en ellas en montones acumulados unos sobre otros, y presentan el aspecto del mayor desórden; la masa se halla dividida irregularmente en grietas profundas, y llena de pozos en que caen con estrépito los arroyos que se forman por el deshielo diario; pedazos de hielo, tallados en forma de pirámides agudas como una especie de torres gigantescas, prontas á derrumbarse, cubren por todas partes la superficie del depósito y detienen á cada paso al viajero temerario conducido por la curiosidad. Estos son los mayores y mas terribles espectáculos de la naturaleza; algunas veces se les ha comparado con un mar agitado por la mas terrible tormenta y que se hubiera de repente congelado en el momento que sus aguas espumosas parecian amenazar la tierra con un trastorno universal; pero cualquier pintura que se pudiera hacer, quedaria siempre muy inferior á la realidad. Algunas veces sin embargo la superficie está mucho mas unida; se puede viajar por ella con seguridad tomando las precauciones necesarias para atravesar las grietas, hacer pasar por ella rebaños y bestias de carga durante el estío, abreviando de este modo el camino que habria necesidad de hacer para ir de un sitio á otro.

En nuestros climas, las neveras de alguna importancia, se hallan en montañas muy elevadas, especialmente en los Alpes, existen muchas alrededor del Monte-Blanco, que es el mas alto de Europa: su parte superior á una altura de 1,000 á 1,200 toesas, se halla perpétuamente cubierta de nieve, y los profundos valles inmediatos, se han llenado por los desmoronamientos sucesivos; en la vertiente Norte, encima de Chamouny, se encuentra una gran nevera llamada Mar de hielo, que tiene cinco leguas de largo y una de ancho en su parte superior, la nevera de Argentieres, la de Bossons, que son mucho mas pequeñas; en la vertiente Sur, se encuentra la nevera de Miage, en la parte alta del valle de Cormayeur, etc. Al Noroeste de San Gotard, se presentan aun varias neveras, entre las cuales debe notarse la inmensa nevera del Ródano, donde este gran rio puede decirse que toma su orígen; las neveras de Grindenwald, y un gran número de otras alrededor de las montañas designadas bajo los nombres de Rothhorn, Jungfrau, Blumlisalp, etc.

Los Pirineos nos ofrecen tambien neveras, pero menos considerables que las de los Alpes; pertenecen todas á la primera especie de las que hemos citado; tambien existen en todas las cordilleras de montañas que son bastante elevadas, respecto á la latitud en que se encuentran.

Tambien existe el agua en estado de hielo en ciertas cavernas, que por esta razon se llaman neveras naturales, donde se conserva en todas las estaciones, y aun parece ser mas abundante en verano que en invierno. En unas las masas de hielo son resultado de la acumulacion de la nieve durante el invierno, y que no se derrite sino muy avanzado el estío, por la dificultad con que se renueva el aire en aquellas cavidades ó adquiere la temperatura del exterior. En otras podria suceder que el hielo fuera el resultado de la evaporacion rápida del agua, causada por las corrientes del aire. En estas cavernas se encuentra particularmente el hielo en estalactitas tan numerosas á veces, y dispuestas de una manera tan pintoresca, como el carbonato de cal en las grutas calcáreas.

Las neveras naturales conocidas, son poco numerosas; la mas considerable existe en Francia, en la parroquia de Chaux, á seis leguas al Este de Besanzon, cerca de la abadía de la Gracia de Dios; está á 300 toesas de altura en la calcárea del Jura; otras tres existen en la misma comarca, pero mas pequeñas. Una se encuentra en Hungría, cerca de la aldea de Szilitze, á orillas del Torna, en el condado de este nombre, y que parece haberse formado en las últimas calcáreas intermediarias.

Agua líquida. No nos detendremos á describir minuciosamente los depósitos de agua en estado líquido, y haremos solamente notar que los rios que riegan nuestros continentes, nacen ya de las neveras, ya de ciertos lagos alimentados de diferente modo, y en fin, que por lo general son el resultado de los diferentes hilos de agua que se filtran de las montañas y se reunen sucesivamente. Pero tambien existen arroyos y rios subterráneos que estan ocultos en una gran parte de su curso, y que vemos en seguida salir inmediatamente de la roca, ya lateral, ya verticalmente, con un volúmen de agua bastante considerable para poder sostener inmediatamente un bote, si su lecho no estuviera por lo general cubierto de rocas; se encuentran principalmente en los paises de calcáreas secundarias.

Respecto á los lagos, haremos notar que se encuentran á todas las alturas en la cumbre de las montañas, como en medio de las llanuras: en el primer caso son ordinariamente de poca extension, y sus aguas son bastante puras; en el segundo la extension suele ser considerable, y las aguas estan frecuentemente cargadas de sales de diferentes especies; en las llanuras mas bajas es donde se encuentran especialmente los lagos salados y los lagos de natron. Los lagos de las montañas se encuentran en todos los terrenos; pero son mucho mas comunes en las montañas de calcárea intermediaria, que en los terrenos graníticos; se encuentran tambien en los paises volcánicos, y en algunos casos se supone que son antiguos cráteres.

Los manantiales se hallan en todas partes al pié de las colinas ó de las montañas, al través de las cuales pueden filtrar las aguas superiores; son tanto mas

abundantes, cuanto las montañas son mas elevadas ó mas pobladas de árboles, lo cual ocasiona la conservacion de los vapores que los vientos trasportan á nuestra atmósfera. Se nota frecuentemente en los paises de capas horizontales, que los manantiales del mismo canton salen todos al mismo nivel, lo cual procede de que las aguas filtran siempre hasta que han llegado á una capa impermeable, y á la altura de esta, sale al exterior; la misma regla se observa en los pozos, y se suele dar el nombre de tabla de agua á este nivel general. En las comarcas de capas inclinadas, los manantiales salen al lado hácia donde bajan las capas. En los paises en que la masa del terreno, no se halle sensiblemente dividida en capas, como en los paises de pórfido y de granito, los manantiales salen indiferentemente de todos lados y á todas las alturas, probablemente siguiendo las hendiduras.

Los diferentes manantiales salinos, acídulos ó hepáticos, no son tan comunes como los manantiales ordinarios; pero no tienen en general otros depósitos; salen de toda clase de rocas, desde el granito hasta los últimos depósitos terciarios. Lo mismo sucede con las aguas termales ó aguas minerales calientes; parece solamente que no se encuentran mas allá de los terrenos secundarios, y que en general en estos terrenos tienen una temperatura menos elevada que en los terrenos mas antiguos.

El calor de las aguas termales, ha dado lugar á muchas hipótesis. Algunas veces se ha pensado, que era debido á la accion de los volcanes; pero como estas aguas se encuentran en todos los terrenos, generalmente muy lejos de las comarcas volcánicas, ha sido necesario recurrir á otra explicacion, que no es mejor, y que se ha creido hallar en la descomposicion del sulfuro de hierro. Hoy dia, se admiten en este punto otras ideas; se ha observado que la temperatura aumenta á medida que se profundiza en el interior de la tierra, en un grado próximamente por cada 20 ó 30 metros de profundidad. Segun esto, basta suponer, que las aguas vienen de tal ó cual profundidad, para explicar la temperatura á que se encuentran; así, para las aguas hirvientes ó á la temperatura de 80°, basta suponer que vienen de una profundidad de 2 á 3,000 metros.

Aguas ascendentes ó saltadores. Hay manantiales que salen lenta y tranquilamente de la tierra, y otros que saltan á cierta altura. Los mas notables entre estos últimos, son los del valle de Rikum, al Nordeste de Skalhot, en Islandia; son en bastante gran número, y llevan el nombre de *geyser*, que segun unos se deriva de la palabra *geysa*, saltar, en el antiguo dialecto escandinavo, y segun otros significa *furioso*; arrojan por intervalos columnas de agua hirviendo, á veces considerables; se cita uno cuya columna tiene 17 piés de diámetro, y se eleva algunas veces á 150 piés de altura.

Fuentes intermitentes. Estos manantiales de agua hirviendo son intermitentes, es decir, que solo por intervalos lanzan los surtidores de que acabamos de hablar. Pero hay tambien muchos manantiales ordinarios intermitentes; hay algunos que corren consecutivamente mas ó menos tiempo, y cuyo fondo queda despues seco, algunas horas, algunos dias, ó algunos meses. Otros no tienen mas que movimientos de elevacion y descenso, que se repiten por intervalos mas ó menos largos; finalmente, hay algunos, que estan sin correr durante algunos años, y en seguida corren uno ó mas meses.

En muchas localidades, se pueden producir surtidores de agua, que entonces son continuos, horadando el terreno con una sonda á mayor ó menor profundidad: esto es lo que se llaman *pozos artesianos* ó pozos taladrados. La teoría de estas aguas, no está aun perfectamente establecida en todos sus detalles; pero parece que la condicion esencial para obtenerla, es la existencia de una capa porosa, susceptible de ser penetrada por el agua, entre dos capas impermeables, de las cuales la superior sea sólida. Desde el momento en que se horada esta última, el agua se eleva en el agujero de la sonda, y viene ordinariamente á saltar á la superficie del terreno.

El agua en vapor á la temperatura ordinaria, está siempre mezclada con aire atmosférico; pero se verica por las hendiduras de diversas rocas, un desprendimiento perpétuo de vapor á 100°, con una fuerza considerable y un ruido que se oye á veces á media legua. Estas salidas de vapores, conocidas con el nombre de *fumarolas*, se efectúan, ya en los terrenos calcáreos, ya en los de orígen ígneo, antiguos ó modernos; van acompañadas de vapor de ácido hidroclórico, sulfuroso é hidrosulfúrico. Las aguas que se condensan, contienen ácido bórico, y muchas especies de sales.

Esta evaporacion del agua y de las diferentes materias que la acompañan, debe atribuirse á la misma causa, que da el calor á las aguas termales.

PARTE QUINTA.

Uso de las sustancias minerales.

La curiosidad, el deseo de conocer todas las bellezas de la naturaleza, de descubrir algunas de las leyes que presiden á este admirable conjunto de cosas, son sin duda suficientes para determinar á algunos hombres á entregarse al estudio de la Historia Natural; pero ¿qué importan sus descubrimientos á la multitud, sino dan lugar á aplicaciones de utilidad general? Parece que para el mayor número las ciencias no tienen realmente por objeto, mas que el adelantamiento de las artes, y que su fin es mejorar la existencia humana.

El reino mineral, es quizá el que ofrece á los usos de la vida mas aplicaciones útiles, que ofrece mas recursos á la industria, emplea mas hombres en los estados civilizados, y produce en ellos mas riquezas. El arte de la construccion, toma de él la mayor parte de los materiales para las construcciones esenciales, como para el adorno de los edificios; la agricultura, encuentra en él recursos para el abono de las tierras; las artes mecánicas, sacan de él los metales, y un gran número de materias brutas de diferentes clases; las artes químicas, encuentran en él las materias primeras para los diferentes géneros de fabricacion; los objetos mismos de lujo, absorben diariamente un gran número.

USOS EN EL ARTE DE LA CONSTRUCCION.

Todas las materias bastante abundantes en la superficie de la tierra, cuya explotacion es fácil, pue-

den usarse en la construccion; asi se ve usar en lo general para las construcciones, toda especie de materiales, dando únicamente la preferencia á los que son mas indestructibles, mas fáciles de trabajar groseramente, mas susceptibles de unirse por el cimento, etc. Las piedras esquitoideas, tales como ciertas calcáreas, el cuarzo esquistoso, ciertos micasquistos y esquistos arcillosos, ciertas lavas esquistosas (fonolitos), son particularmente buscadas porque los fragmentos en que se dividen, presentan siempre dos caras anchas, y son por lo tanto mas fáciles de unir; se aprecian sobre todo, para las construcciones llamadas mampostería de piedras secas, que se usan particularmente para cercar las propiedades rurales; en ciertas localidades, estas piedras esquistosas, talladas groseramente en una anchura de 12 á 15 pulgadas y un espesor de 3 ó 4, se clavan simplemente en tierra como empalizadas, y forman cercas duraderas y poco costosas. En cuanto á las piedras porosas que son propias para tomar el cimento, apenas se encuentran sino entre las producciones volcánicas, que son tanto mas ventajosas, cuanto son mas ligeras: entre ciertas tobas calcáreas, que son cavernosas como las lavas, y en fin, en lo que se designa con el nombre de *piedra molar*. Esta es una de las piedras mas indestructibles, que resiste lo mismo á la humedad que á la sequedad; se emplea con ventaja en todas las construcciones en que se busca mas bien la solidez que la delicadeza de las formas; sin embargo, da á los edificios un aspecto severo, que no carece de cierto encanto, y que muchas veces se procura imitar en los revocados.

Si se pueden emplear de este modo casi todas las clases de piedras en la construccion, no es lo mismo que en lo que realmente se puede llamar arquitectura; es preciso en este caso que las materias sean bastante finas para recibir la escultura; que puedan tallarse fácilmente sin saltar con la punta ó el cincel; que puedan conservar las molduras; que tengan bastante tenacidad, para que las partes inferiores del edificio no se aplasten bajo el peso de las superiores, y que sin embargo tengan cierta ligereza. Es indispensable ademas que las variaciones atmosféricas no puedan tener sobre ellas una influencia destructora; que el agua no solo no les disuelva con el tiempo, sino que ni aun las penetre, ó mas bien no pueda permanecer en su interior hasta la época de las heladas, en la cual convirtiéndose en hielo, cuyo volúmen es mayor, ocasione la ruptura; es preciso en fin, que estas materias se hallen en capas gruesas homogéneas, sin hendiduras que se puedan explotar regularmente, para sacar de ellas piedras de todas dimensiones.

Todas estas cualidades que exige imperiosamente la arquitectura, excluye de este género de trabajo la mayor parte de las materias que constituyen grandes masas en la seperficie del globo, y apenas se usan mas que cuatro especies, con un gran número de variedades, á saber: las *piedras calcáreas*, los *grés*, los productos volcánicos, y las rocas graníticas.

Piedras calcáreas. Estas son las que se usan con mas frecuencia, no solo porque son mas abundantes, sino porque tienen en general la ventaja de dejarse tallar mas fácilmente que todas las demás, y de tener sin embargo bastante tenacidad para resistir á la presion, para conservar las aristas, las molduras etc.

Sin embargo no todas las variedades se usan indiferentemente; unas tienen demasiado poca coherencia, como por ejemplo la creta, en la mayor parte de sus variedades, varias piedras calcáreas granosas, simples ó micáceas, de los terrenos primitivos ó intermediarios, que no resisten á la presion. Otras, aunque tienen bastante agregacion, son demasiado frágiles, demasiado secas, segun el término expresivo de los trabajadores; tales son las piedras calcáreas muy compactas, de granos muy finos, y de fractura conchoidea ó escamosa; estas variedades se hallan por otra parte muchas veces, llenas de hendiduras que disminuyen su solidez, ya esten abiertas, ya llenas y unidas por el espato calizo, que tiene muy poca resistencia.

Las piedras calizas que convienen mas á la arquitectura, son en general, las variedades compactas de fractura desigual, plana ó irregular; mate ó de un brillo terroso, y las que estan formadas de conchas, unidas entre sí por un cimento simicristalino, semi-terroso. Estas variedades abundan sobre todo en los terrenos secundarios y terciarios, en depósitos análogos á los del Jura.

Estas formaciones son: las que han suministrado los materiales para la mayor parte del mundo civilizado, y las piedras que de ellas se extraen son llevadas con frecuencia á grandes distancias; las mejores casas de Amsterdan, estan construidas con piedras de Schamburg en Hesse; se asegura que las mezquitas de Constantinopla estan embaldosadas con losas de las canteras de Pæpenhein en Baviera etc.

En muchos lugares se emplean tambien los depósitos calcáreos ó tobas que se refieren á formaciones modernas; hay algunas de excelente calidad. Entre estas puede citarse principalmente el *travertin*, usado en Italia, del cual estan formados todos los templos antiguos y la mayor parte de los monumentos modernos; es una piedra blanquecina ó amarillenta de que existen grandes canteras cerca de Tívoli y en diferentes partes de la Toscana.

Es de notar que la mayor parte de las piedras calcáreas deben usarse en los edificios de manera que se hallen en la misma posicion que tenian en la cantera de que han sido sacados; esto consiste en que la mayor parte de las que se encuentran en capas mas ó menos gruesas, estan formadas de lechos apenas sensibles, pero que hacen exfoliar y abrirse verticalmente las masas, cuando estan colocadas en sentido contrario, que se llama á *contralecho* ó de *canto*. Solo las piedras de estructura muy compacta, muy homogéneas y que forman capas de gran espesor, se pueden colocar indistintamente en todos sentidos.

Piedras de grés. Las materias arenosas ó grés se usan mucho menos en arquitectura, que las piedras calcáreas; sin embargo hay algunas especies que presentan bastante solidez, y se usan ventajosamente en muchas comarcas en que faltan las piedras calizas. Se usa, 1.° el grés rojo, que pertenece á la parte inferior de los depósitos secundarios; 2.° las partes sólidas del grés ulfífero; 3.° los grés inmediatos al lias, tales como el *quadersandstein*; roca arenácea blanquecina ó amarillenta, que forma montañas elevadas en el Riesengebirge entre la Boemia y el condadado de Glatz y que se usa en la construccion en Dresde y á orillas del Elba; 4.° diferentes grés de los terrenos terciarios á saber: la *molasa* usada ventajosamente en Suiza y algunos puntos de Francia; los grés de las partes superiores de las formaciones de las cercanías de París; pero que se reservan mas particularmente para el piso á causa de lo difícil que es, tallarlos con regularidad.

Piedras volcánicas. No todos los productos volcánicos pueden usarse indiferentemente para la arquitectura; unos son demasiado duros, ó demasiado compactos para ser tallados; otros comunmente celulosos, no tienen bastante solidez; pero todos los que son ligeramente porosos, tienen la tenacidad necesaria para hacer de ellos piedras de cantería, y pueden tener salida bajo todas las formas. Las lavas porosas de algunos volcanes apagados, y las de los volcanes en actividad, se usan mucho, y aun son exportadas á grandes distancias; todas presentan una gran solidez y tienen la grande ventaja de tomar perfectamente el cimento.

Se emplea igualmente el basalto, cuyas columelas

prismáticas se colocan muchas veces, como troncos unas sobre otras para formar muros; tambien se usan como cotos tallados naturalmente para lo cual basta colocarlos en el sitio determinado y como pavimento al cual conviene perfectamente su forma y su dureza. Los productos volcánicos removidos por las aguas, producen tambien piedras de construccion de muy buena calidad; tales son, las tobas volcánicas explotadas en un gran número de localidades. Tambien se usan las tobas porosas, que constituyen una piedra blanca, ligera, muy sólida que se talla fácilmente y conservan bien sus aristas y molduras.

Piedras graníticas. Las rocas graníticas no son en cierto modo empleadas, sino á falta de todas las demás piedras ó en los casos en que se quieren levantar monumentos tan duraderos como el mundo; tienen una solidez á toda prueba como lo atestiguan muchos monumentos egipcios que han atrevesado los siglos y se hallan en tan buen estado como si acabaran de construirse; pero son sumamente duras y por consiguiente difíciles de tallar; forman en la superficie de la tierra grandes masas sin estratificacion, lo cual procura á la verdad el medio de tener pedazos tan grandes como puedan desearse; pero la explotacion es por esto mismo penosa y de mucho coste. Se transporta con frecuencia esta roca á costa de grandes gastos á los puntos en que se carece de ella para revestir cimentos que se quieren hacer muy duraderos para las aceras de las calles, para los malecones y otros sitios de mucho tránsito ó para formar cotos etc. Los antiguos han usado frecuentemente masas de granito de un gran volúmen, como se observan especialmente en los monumentos egipcios; sabido es que se han llevado hasta Roma algunos obeliscos de una sola pieza. La masa mas imponente que se ha transportado en tiempos modernos, es la que sirve de pedestal á la estátua de Pedro el Grande en San Petersburgo, la cual pesa tres millones de libras.

Cubiertas de los edificios etc. Las cubiertas que no son métalicas, es decir de plomo, zinc, hoja de lata ó hierro fundido, ó que no son tampoco de teja, madera etc., se construyen con sustancias minerales brutas. Para este objeto se usan todas las materias sólidas esquistosas y que por consecuencia pueden dividirse fácilmente en placas mas ó menos gruesas; tales son: el micasquisto, el cuarzo micáceo esquistoso, el esquisto arcilloso, el grés esquistoso, la calcárea esquistosa y la fonolita. De todas estas rocas, el esquisto arcilloso, primitivo ó intermediario, es el que da placas mas ó menos convenientes en la mayor parte de las localidades en que no siendo los vientos demasiado violentos, permiten emplear cubiertas ligeras y por consiguiente las armazones menos costosas. Esta roca se deja en efecto dividir en hojas bastante sólidas que no tienen mas de dos líneas de espesor, y á veces menos, y la toesa cuadrada de esta cubierta no pesa mas, que de ciento á ciento veinticinco libras. Estas rocas son las que se llaman vulgarmente pizarras, y de las cuales hay gran número de explotaciones considerables é infinitas mas pequeñas en muchos puntos de Europa.

Por el contrario, las pizarras gruesas son buscadas en las localidades en que los vientos acostumbran tener mucha violencia y donde las materias que cubren los techos pueden oponer por su peso mucha resistencia. En las montañas donde cae mucha nieve, se prefieren tambien las pizarras gruesas porque resisten mejor al peso enorme de que á veces estan cargadas. Unas veces estas placas proceden de los esquistos análogos á aquellos de que se hacen las pizarras delgadas, y otras de las rocas cuarzosas micáceas, de los grés esquistosos ó arcillas esquistosas mas ó menos cargadas de betunes que provienen de la formacion ullífera ó de las primeras calcáreas secundarias que la cubren, de la calcárea esquistosa ó de las fonolitas.

El betun puede tambien citarse como materia propia para formar las cubiertas de los edificios; no solamente se impregnan hoy de él tejas y papeles que pueden formar cubiertas ligeras, sino tambien se le usa mezclado con cierta cantidad de arena que hace de él una sustancia poco fusible y difícilmente inflamable para cubrir las azoteas que hay en muchos puntos en la parte alta de las casas; se hacen de él una especie de losas que se colocan unas junto á otras sobre una capa de cimento bien formado y que en seguida se unen para que formen una sola pieza, pasando un hierro caliente sobre las junturas.

Losas, gradas de escaleras, revoques etc. Las materias esquistoideas son tambien buscadas en arquitectura cuando son susceptibles de tallarse fácilmente y de recibir un pulimento suficiente con un poco de trabajo. Las piedras que se usan son principalmente calcáreas y esquistos arcillosos; estas calcáreas son: ó las partes de capas delgadas, hojosas, de la formacion del jura, ó la piedra del lías, de los terrenos terciarios; frecuentemente tiene poco mas ó menos el espesor necesario para este objeto, y basta suavizarlas por un lado ó serrarlas en dos por su canto; en los terrenos terciarios, tienen ademas la ventaja de que su grano es mas fino que en capas mas considerables. Los esquistos son los terrenos en que se explota la pizarra; pero entonces se eligen las partes del depósito que se dividen en placas gruesas, y que en este espesor tiene bastante homogeneidad; se usan para embaldosados y enlosados despues de haberlas adelgazado ó suavizado para las gradas de las escaleras, y para revestir la parte baja de las paredes en las iglesias y casas, y garantizarlas asi de la humedad.

De los morteros. Se llaman *morteros ó cimentos* las materias por cuyo medio se reunen las piedras que entran en la construccion de un edificio. Los hay de varias especies; en las construcciones groseras de los campos, no suele usarse otra cosa mas que las arcillas amasadas con agua; pero en las construcciones mas esmeradas, los cimientos se eligen mejor. Parece que en Egipto se ha hecho con frecuencia uso del betun para este objeto, y se asegura que las murallas de Babilonia estaban construidas de ladrillos unidos por medio de esta sustancia. Desde tiempo inmemorial se ha usado la cal mezclada con diferentes sustancias en polvo para formar el mortero que debe unir las piedras en los grandes monumentos y en las construcciones á que se quiere dar una gran solidez. En fin, en muchos lugares se usa el yeso para establecer la union entre las diferentes piedras que constituyen las construcciones ordinarias; la misma sustancia se usa en los rebocados, blanqueos y otra multitud de casos.

La cal, es el resultado de la tostacion del carbonato calizo. Todas las variedades de este mineral pueden producirla, pero no la dan igualmente propia para todos los usos á que se destina. En general, se pueden distinguir en las artes tres clases: la cal gruesa, la cal delgada, y la cal hidráulica. La primera es la peor: absorbe una gran cantidad de agua al apagarse; tarda mucho en endurecerse aun al aire libre, y no se endurece nunca bajo el agua ó en los lugares húmedos; sin embargo, es la que se emplea con mas frecuencia por una parte, porque es la mas comun, y por otra, porque soporta una gran cantidad de arena y como absorbe ademas una gran cantidad de agua, produce por consiguiente mucho mas mortero en un peso ó medida determinados. Es pues la mas económica, pero la economía se produce aquí á expensas de la solidez.

La cal delgada es muy superior para las construcciones, porque se endurece mas pronto al aire y aun en los sitios húmedos; pero es tambien menos económica, porque absorbe poca agua y admite menos arena.

La cal hidráulica en fin, se endurece no solo al aire y en los sitios húmedos, sino bajo el agua sin necesidad de mezcla alguna; por consiguiente, es la mejor que puede usarse para todas las construcciones hidráulicas, para las fundaciones en los sitios húmedos, etc.

Es muy difícil indicar cuáles son las variedades de carbonato de cal que producen estas diferentes clases de cal. Parece sin embargo, que las variedades mas puras, son las que producen en general la primera ó sea la cal gruesa, y que las otras son producidas por los carbonatos mas ó menos mezclados con sílice ó alúmina.

Las variedades de carbonato mas compactas y mas secas, son en general las que parece producen la cal delgada, y las variedades compactas de fractura mas ó menes terrosa de un color blanco sucio ó gris que abundan particularmente en la formacion del Jura, las que producen la mejor cal hidráulica.

La cal hidráulica es muy importante no solo para hacer los morteros que deben servir para unir las piedras de construccion bajo el agua, sino para formar en cierto modo en los mismos sitios verdaderas piedras propias inmediatamente para diferentes usos; asi, despues de haber formado una simple cerca de tablas en medio de un rio, y haber echado la cal hidráulica que pueda contener, se forman sin mas construccion, bases ó machones de puentes de una completa solidez. Un procedimiento análogo se usa para construir paredes y bóvedas de cueva de una sola pieza; con la sola diferencia de que se empieza por amasar la cal, que se introduce en ella algunos pedazos de pedernal, ladrillo etc., para oponerse á la contraccion y se echa entonces este mortero en el molde que se ha preparado. En Inglaterra y en Holanda se preparan con este mortero piedras artificiales que son bastante sólidas y que se amoldan segun las formas y dimensiones que deben tener para las construcciones.

Es raro que se use la cal sola como mortero, á no ser que se halle naturalmente muy mezclada con materias silíceas ó aluminosas. Se le incorpora naturalmente arena, diferentes clases de materias petrosas, arcillo-silíceas, cuyo objeto es evidentemente procurar en lo posible su pronta solidificacion al aire ó bajo el agua. Desgraciadamente estas mezclas que son muy importantes para la arquitectura, no siempre se forman de manera que se pueda alcanzar realmente el objeto apetecido. Lo mas comunmente se introduce en la cal una arena grosera ó pedazos de barro toscamente rotos, cuyo solo efecto sin duda muy útil, es impedir la contraccion que la cal desleida en agua experimenta al secarse; pero tales mezclas no pueden en manera alguna apresurar la solidificacion, y apenas tienen utilidad alguna bajo este aspecto si la cal de por sí no tiene las propiedades convenientes. Este objeto no se consigue hasta cierto punto sino por medio de mezclas mas íntimas empleando las materias arcillo-silíceas reducidas á polvo fino y malaxándolas lo mas exactamente posible con la cal. De esta manera es como los romanos, á quienes el tiempo y los brazos no costaban nada, llegaron á hacer en todos los paises morteros ó argamasas de una gran solidez que encontramos hoy en todos sus monumentos; no introducian mas materias groseras que las que eran necesarias para impedir suficientemente los efectos de la contraccion y segun el uso que querian dar á su preparacion. Aun se consigue mejor formar un buen cimento con toda especie de cal por medio del procedimiento imaginado por Vicat. Consiste en apagar la cal sin agua, y en mezclar lo mas exactamente posible el polvo que se obtiene con cantidades convenientes de materias arcillo-silíceas; en hacer una pasta del todo, y formar bolas que se dejan secar bien y se recuecen de nuevo como pudiera hacerse con la piedra de cal. Esta segunda coccion produce el mismo efecto que la primera sobre la piedra de cal mezclada naturalmente; se verifica una combinacion de la cal, con la sílice y la alúmina, ó por lo menos una predisposicion á la combinacion que se efectúa al amasarla y al secarse. Este procedimiento no tiene mas inconveniente que el de ser bastante costoso, pero es de la mayor utilidad siempre que no se puede adquirir directamente cal á propósito para las construcciones que se proyectan, y sobre todo, para las construcciones hidráulicas.

Por mucho tiempo se ha creido que en la desecacion de un cimento, la cal volvia á tomar el ácido carbónico de la atmósfera, y que la masa habia adquirido su mayor solidez cuando todo se habia convertido en carbonato. Por esta razon se decia, los cimentos que encontramos en los antiguos monumentos romanos, tienen hoy mayor solidez que los nuestros; pero esto es un error, porque los cimentos romanos no contienen la cantidad de ácido carbónico necesario para saturar la cal, y es evidente en este caso, que existen silicatos y aluminatos de cal, formados posteriormente al uso de la materia; y aun se nota, que es tanto mayor la dureza de estos antiguos cimentos, cuanto menos ácido carbónico hay en ellos. Estas observaciones demuestran cuán importante es elegir con preferencia piedras de cal silíceas y aluminosas, ó cuando no se pueden adquirir, preparar convenientemente las mezclas que es necesario introducir.

No todas las materias aun las silíceas, son igualmente propias para mezclarse con la cal, y formar las argamasas; las mejores son: las que han sufrido un grado mas ó menos avanzado de coccion ó vitrificacion. Frecuentemente se usan pedazos de vidriado, escorias de hornos ó las que suele dejar la ulla despues de la combustion, y materias cocidas ó escoriáceas que se preparan expresamente. Pero tambien se encuentran en la naturaleza materiales que se pueden emplear, y se emplean en efecto con gran ventaja en diferentes localidades; estos son los restos escoriáceos de los volcanes que se designan con los nombres de *puzolana* y *trass*. Se encuentran en todas partes alrededor de los volcanes activos ó de los apagados. Desde tiempo inmemorial se han sacado de las arenas de Puzzola de donde ha venido el nombre de puzolana en el país de Nápoles.

Del yeso. El yeso es el resultado de la calcinacion del sulfato de cal acuoso: es una materia que amasada con agua, la absorbe con avidez y se solidifica casi súbitamente formando una masa de gran tenacidad. Todas las variedades de sulfato de cal, pueden darla; y Payen ha demostrado, que la calidad depende únicamente del grado de coccion. Este químico ha descubierto, que para obtenerle de la mejor calidad posible, era necesario que la calcinacion no pasara de la temperatura del agua hirviendo. Parece que el carbonato de cal que suele contener el yeso, impide con su presencia, el efecto de la calcinacion demasiado fuerte que se hace sufrir á esta materia. Hoy, que conocemos el grado de coccion que parece mas conveniente, es probable que se puedan emplear todos los depósitos de yeso que se conocen en tantos lugares diferentes, y cuyo yeso no se habia podido utilizar hasta ahora sino en las construcciones interiores, á causa de su poca solidez.

USOS EN EL ADORNO DE LOS EDIFICIOS, MUEBLAGES, ETC.

Si la arquitectura exige ya muchas cualidades en las piedras de construccion, el adorno de los edificios exige aun otras muchas: es necesario que la masa sea compacta, bastante fina para recibir el pulimento, y frecuentemente que tenga colores vivos capaces de producir efectos agradables. Tales condiciones exclu-

yen de estos trabajos la mayor parte de las sustancias minerales que forman masas un poco considerables, y solo queda un corto número que pueden usarse con ventaja; en este número debe figurar particularmente el *carbonato de cal, las rocas feldspáticas, el sulfato de cal, el espato fluor, el carbonato verde de cobre* etc. Las que se encuentran en masas considerables, y que pueden producir efecto á alguna distancia, se pueden usar en grande en columnas y en placas para revestir los edificios; las que solo se hallan en pequeños depósitos, cuyas manchas, venas ó dibujos cualesquiera, necesitan ser vistos de cerca, sirven para el adorno de las habitaciones, para encima de los muebles, para las chimeneas, las vasijas de adorno etc.

El carbonato de cal, da las diferentes clases de mármoles y el alabastro calcáreo. Toda clase de piedra caliza en grandes masas, de grano fino, de tejido homogéneo, susceptible de recibir el pulimento, puede ser designada con el nombre de *mármol*, y usada como él con mas ó menos ventaja. Todos los depósitos calcáreos pueden darle, y los del Jura, proveen de él á las ciudades inmediatas, á los lugares de su extraccion; se le ha extraido hasta en los terrenos terciarios. Pero la mayor parte son objetos mas bien de utilidad que de adorno; los mármoles de adorno deben ser elegidos con mas cuidado; no basta que sean susceptibles de buen pulimento, es necesario que presenten ya colores vivos y uniformes, ya un contraste agradable de colores diferentes ó de tintas diversas de un mismo color. Sin embargo, á pesar de lo que se exige en estos mármoles, se pueden encontrar casi en todas partes; los terrenos secundarios ofrecen una multitud de los mas agradables, y los terrenos intermediarios y primitivos, otros muchos tambien.

El número de variedades de mármoles es inmenso; cada lugar, cada cantera y aun cada lecho de una cantera, ofrece una infinidad de ellas, por la gradacion, la viveza, la mezcla, la disposicion de los colores, por una multitud de accidentes, por la presencia ó ausencia de restos orgánicos, la mezcla de sustancias extrañas etc., etc. La mayor parte de estas variedades llevan en el comercio un nombre particular; algunas veces con uno ó mas epítetos, y basta el menor accidente para que los marmolistas den un nombre nuevo á algunas planchas aunque procedan del mismo pedazo que otras muchas. Pero para clasificarlas, no pueden apenas establecerse mas que cuatro grandes divisiones, á saber: los *mármoles simples*, unicolores y surcados de venas, los *mármoles brechas*, los *mármoles compuestos* y los *mármoles lumaquelas*.

Los mármoles simples no contienen mas que carbonato de cal, mas ó menos manchados por materias colorantes. Los hay unicoloros entre los cuales pueden distinguirse los *mármoles blancos*, los *mármoles negros*, los *mármoles rojos* y los *mármoles amarillos* que son tanto mas estimados, cuanto su tinte es mas puro. Los *mármoles simples con venas* presentan un sin número de variedades; las hay blancas con venas grises, azuladas, rosadas ó violáceas; negras con venas blancas ó amarillas; negruzcas con venas blancas ó azuladas, ó con venas mas ó menos oscuras que el fondo; rojas, unas listadas y otras con venas. Hay tambien mármoles con venas y fondo amarillo que se sacan del mismo lugar que el amarillo de Siena.

Los *mármoles brechas*, estan compuestos unos de fragmentos de diferentes colores reunidos por un cimento calcario; otros formados por venas que dividen la masa en piezas los cuales parecen ser otros tantos fragmentos reunidos. Se distinguen las *brechas* y las *brocatelas*: las primeras se presentan en grandes pedazos; las segundas bastante mas pequeñas. Su número es todavía muy considerable; se les distingue por el color de la pasta; por el de sus fragmentos, y se denominan *brechas universales* aquellas que ofrecen partes aisladas de todos colores. La brechas mas nombradas, son el *luto* y el *medio luto*, que presentan los trozos blancos sobre un fondo negro; la *brecha de Aix* en fragmentos amarillo y violeta, la *brecha violeta* de fondo violeta con grandes trozos blancos, uno de los mármoles mas ricos; la *brecha* de Vilette de fondo violeta un poco ceniciento con manchas blancas ó amarillentas: la *brocatela de España* de una pasta color de heces de vino con pequeños granos redondeados de un amarillo claro, etc., etc.

Los *mármoles compuestos* son rocas calcáreas que contienen sustancias extrañas, dispuestas unas veces en hojas mas ó menos ondulosas, otras veces en nidos mas ó menos voluminosos que suelen dar á la masa la apariencia fragmentosa, lo que les hace designar todavía bajo el nombre de brechas. La materia extraña es unas veces la serpentina (*el verde antiguo*, mármol de la mas grande belleza formado de calcárea sacaroide y de serpentina verde uno y otro en riñones angulosos; el *verde de Egipto*, el *verde de mar*, el *verde de Suiza*, el *verde de Florencia*), otras veces la mica deseminada ó en hojas onduladas.

Los *mármoles lumaquela* asi llamados de la palabra italiana *lumaca* que significa caracol, son los que contienen fragmentos de conchas ó de madréporas, unas veces amontonados confusamente unos sobre otros, y otras veces diseminados por una pasta mas ó menos homogénea; existen un gran número de variedades, como son el *paño mortuorio* de fondo negro con conchas cónicas blancas; la *lumaquela de Narbona* de fondo negro con belemnitas blancas; la *lumaquela de Astracan* de pasta poco abundante, parda, y conchas numerosas de un amarillo naranjado que es una de las mas estimadas; pero que no se halla en el comercio sino en planchas pequeñas.

Los marmolistas distinguen en todas las variedades mármoles antiguos y mármoles modernos; los primeros son en principio, aquellos cuyas canteras se han perdido ó estan abandonadas, y que no se encuentran sino en los antiguos monumentos; los segundos son los que se explotan hoy en diferentes lugares. Pero esta definicion teórica está muy lejos de ser igualmente exacta en la práctica; se da todos los dias el nombre de mármoles antiguos, á mármoles sacados de las canteras actuales para aumentar su valor. En general puede decirse, que se llaman antiguos todos los mármoles que por su belleza puedan rivalizar con los mejores de cada especie que emplearon los antiguos.

El *alabastro calizo* procede de las estalactitas ó estalagmitas de carbonato de cal que se encuentran en las cavernas de los paises calcáreos; se buscan las partes de estos depósitos que tienen un color blanco ligeramente amarillento ó una buena semi-transparencia con venas de color blanco lechoso: entonces se llama *alabastro oriental ó antiguo*. Tambien se recogen las partes compuestas de capas paralelas bien distintas planas ó torcidas, unas casi transparentes, y otras ligeramente traslucientes, ó bien todas del mismo grado de traslucidez y diferentes por el color ó tintas; entonces se llama *alabastro venoso*, *mármol ónice, ó mármol ágata*, de los cuales el mas estimado es generalmente de color amarillo de miel con listas ó zonas mas oscuras que no destacan demasiado; debe ser de estructura compacta y de un lustre un poco grasiento; pero hay variedades cuyo tejido ligeramente fibroso produce un ligero reflejo sedoso que es aun mas agradable. Tambien se usan las variedades que presentan manchas irregulares sobre fondos de diferentes colores, de las cuales las mas estimadas son de color amarillo de cera ó de miel; este es el

alabastro manchado. Finalmente, se usan los alabastros unidos, pero siempre traslucientes, en particular para vasijas destinadas á diferentes usos; los antiguos usaron un alabastro nebuloso de color blanco lechoso casi transparente para las lámparas que debian esparcir una luz misteriosa en sus templos.

El *sulfato de cal* produce lo que se llama *alabastro yesoso ó alabatrista*; esta es la materia blanca de que se hacen vasijas, cajas de reloj etc., rara vez bien trabajadas por ser la materia muy blanda, poco susceptible de pulimento, y poco estimada; hay variedades coloreadas, amarillas parduzcas que tienen venas ó zonas mas pardas ó mas oscuras, y que se parecen un poco al alabastro calizo; pero estan muy lejos de tener su brillo, y su buen aspecto. En Italia es donde se fabrican casi todas las obras que vemos de alabastro yesoso; los materiales se sacan de las cercanías de Volterra; pero esta sustancia es muy comun en otros puntos de Europa en los terrenos secundarios de donde se podria extraer y usarla ventajosamente.

El sulfato de cal anhidro podria usarse con preferencia al yeso, puesto que es mas duro, susceptible de un pulimento mas duradero si fuera mas compacto, mas blanco ó con tintas mas marcadas. Se han trabajado algunas variedades que son de bastante buen efecto; pero no hay mas que una que se use actualmente, y es una variedad silicea de color gris azulado ó azul muy agradable que se extrae de Vulpino á quince leguas de Milan, de la cual se hacen mesas y jambas de chimeneas con el nombre de *bardiglio*.

Rocas feldspáticas ó mármoles duros. Los mármoles son las rocas que se usan con mas frecuencia en el adorno, porque se encuentra en sus innumerables variedades, todo lo que el gusto mas delicado puede exigir en los diferentes géneros de efecto, y que teniendo una dureza suficiente para recibir buen pulimento, no es sin embargo tan grande que exija gastos considerables en su trabajo. No sucede lo mismo en las rocas feldspáticas que son sumamente duras, y por esta razon muy difíciles de explotar; no se usan sino para objeto de mucho lujo, de adornos monumentales muy estimados, y casi siempre en el interior generalmente se utilizan los diferentes adornos preparados por los antiguos que primero se trajeron de Egipto á Roma y á otros puntos, y luego se han sacado de los monumentos romanos. Apenas se preparan hoy algunas mesas, columnas pequeñas y vasijas muy raras aun entre los particulares.

Las rocas que los antiguos trabajaron y que se han extraido sucesivamente de sus monumentos, son granitos, sienitas, pórfidos de diferentes clases, eufótidas etc. de que hacian columnas, cajas sepulcrales ó baños, tumbas, mesas etc. Aun explotamos algunas rocas semejantes; pero la mayor parte se usan en planchas ó tablas, cuyo trabajo es aun mismo tiempo mas fácil y menos costoso.

Todas las variedades de las diferentes rocas que hemos citado, no han sido y no pueden ser empleadas indistintamente, perque no son todas capaces del mismo efecto. Asi, entre todas las variedades de granitos y de sienitas, solo las que presentan tintas vivas y en que los cristales de feldspato son grandes ó se distinguen con claridad, producen buenos efectos; las variaciones de granos pequeños que son por lo general agrisadas, que pertenecen casi todas á la masa antigua de las formaciones primitivas, son por lo general insignificantes y se usan rara vez. Los pórfidos deben presentar tambien un fondo de color vivo, cristales que destaquen agradablemente, que se dibujen con claridad y que esten convenientemente separados unos de otros. En los terrenos intermediarios, en la inmediacion de las sienitas, es donde se presentan estas hermosas variedades; la base de los terrenos secundarios puede tambien ofrecer algunas, y podrian presentarse variedades de cristales pequeños en los terrenos traquíticos; rara vez los terrenos primitivos presentan algunas que puedan producir buen efecto. Las eufótidas usadas son las variedades en que la dialaga se halla en grandes láminas que presentan reflejos metaloideos ó bronceados sobre un fondo verdoso ó agrisado.

A continuacion de los pórfidos, debemos indicar las variolitas que no son sino variedades, en las cuales en lugar de cristales de feldspato distintos, se observan glóbulos de la misma sustancia, compactos ó estriados del centro á la circunferencia ó simplemente manchas mas claras de la misma materia. Se usan tambien como objetos de adorno; pero rara vez en grande.

Si las rocas cristalinas que acabamos de citar nos presentan materias susceptibles de emplearse con ventaja en el adorno de los edificios, sus fragmentos amontonados en distintos puntos en la serie de las formaciones, ya en pedazos irregulares, ya en cantos redondeados y fuertemente unidos por un cimento, pueden tambien presentar materiales importantes. Se distingue la *brecha universal* que es un conjunto de fragmentos y cantos de sienita de diferentes variedades, de pórfidos, de feldspatos compactos coloreados unidos por un cimento de feldspato anfiboloso verde. Bosiere ha dado á conocer una especie de pudinga de los desiertos de Egipto con pasta de grés duro que reune un número mas ó menos considerable de la especie de jaspe conocida con el nombre de cantos de Egipto que ha sido frecuentemente usada por los egipcios y que es de muy buen efecto.

Adornos pequeños, embutidos etc. Todas las materias que acabamos de citar se hallan en gran masa, y por consiguiente pueden trabajarse en objetos grandes de adorno como en objetos pequeños; pero existen muchas sustancias que nunca se encuentran sino en masas pequeñas, y por consiguiente no se pueden emplear sino en adornos pequeños, como por ejemplo vasijas ó bien en embutidos, incrustaciones etc. Las que merecen mas atencion bajo este aspecto son: el *lapis lázuli*, la *malaquita*, el *espato fluor*, el *feldspato* de *labrador*, etc.

El *lapis lázuli ó lazulita*, es una de las piedras mas hermosas que se pudieran emplear en revestimientos; pero no se encuentra sino en pedazos pequeños que rara vez llegan á quince ó veinte pulgadas de costado; de manera, que la mayor parte de las incrustaciones se componen de placas pequeñas colocadas unas al lado de otras; rara vez se emplea la sustancia pura sino mas bien la roca en que se halla diseminada en mayor ó menor abundancia, y entonces se busca aquella cuyo fondo es de color blanco hermoso con manchas azules en proporciones convenientes. Las variedades puras que no son de tan buen efecto aunque mas ricas, se reservan para la joyería. Esta materia, muy rara, no puede usarse sino para adornos muy suntuosos; se empleó con profusion en las habitaciones del palacio de mármol que Catalina segunda hizo edificar en San Petersburgo; en algunas iglesias los tabernáculos estan adornados con esta preciosa materia. Tambien se usa en piezas pequeñas en las mesas incrustadas ó especie de mosáicos que se hacen en Florencia.

La malaquita ó carbonato verde de cobre formado por la reunion de estalactitas pequeñas cada una de las cuales tiene sus capas de crecimiento, su estructura fibrosa radiada, es en cierto modo un alabastro de cobre, presenta zona de diferentes tintas verdes que se funden suavemente unas en otras, se dibujan de la manera mas agradable por el pulimento y son realzadas por el lustre ligeramente sedoso que produce la estructura fibrosa. Desgraciadamente no se puede tener en grandes pedazos, tanto porque sus depósitos son poco considerables, como porque estan

frecuentemente llenos de hendiduras y cavidades. El pedazo mas hermoso que se ha citado, es el que existia en el gabinete del doctor Guthrie en San Petersburgo, de treinta y dos pulgadas de longitud, diez y siete de anchura y dos de espesor, y cuyo valor se calculaba en cerca de 4,000 duros. Los pedazos que pueden adquirirse, se dividen en hojas muy delgadas para formar embutidos como los que se hacen con las maderas preciosas. Por este medio, y disponiendo las piezas de manera que se vean sus pinturas lo menos posible, se consiguen hacer mesas, jambas de chimeneas etc., etc., que son hermosas y de mucho precio. Tambien se unen algunas veces los fragmentos pequeños unos con otros, y se hacen objetos macizos, igualmente agradables.

El *espato fluor* mucho menos raro en general que la malaquita, se usa tambien con ventaja para vasijas, adornos de capricho que son muy agradables. Se eligen las variedades que tienen colores vivos, y particularmente diferentes tintas de color de violeta, de rosa, dispuestos en zonas, en zigzag ó imitando fortificaciones. Hay algunas que sobre un fondo violeta presentan grandes manchas rosadas, de lustre nacarado, formadas por una agregacion de cuadrados que resultan de la seccion de los octaedros ó de los cubos de que se compone la masa y que son de muy buen efecto; tambien se usan algunas variedades amarillentas con vetas de color de violeta dispuestas en zigzag. Las mismas variedades se han empleado tambien en incrustaciones, asi como las de un tinte verde mas ó menos decidido que estan frecuentemente mezcladas con cuarzo.

La *piedra del Labrador* ó labradorita, es tambien por la viveza de los reflejos azules, amarillos verdosos, rojos cobrizos, etc., que presenta una sustancia que promete los mejores efectos; desgraciadamente, es mas agradable en láminas pequeñas aisladas, que se pueden mover ante los ojos, que trabajada en objetos de adorno, los cuales en algunas partes no presentan mas que la tinta gris ó negruzca natural. No se encuentra en la naturaleza sino en pedazos poco considerables y por esta razon no se puede usar habitualmente sino en embutidos ó incrustaciones.

Existen ademas varias sustancias que pueden usarse algunas veces en adornos; tales son, la *piedra de las amazonas* ó feldspato verde, el *amatista* que se halla algunas veces en masas bastante grandes para poder hacer columnas pequeñas y que se usa en grandes incrustaciones cuando mezclada con cuarzo blanco, produce masas que presentan dibujos en zigzag, bastante análogos á los que se ven en ciertas variedades de espato fluor. El cuarzo rosa, ha sido empleado en capas que son muy agradables: la *calcedonia* en gran pedazo tambien ha sido empleada de la misma manera; igualmente que diferentes variedades de jaspes que se encuentran en capas y en grandes venas en la naturaleza, tales como el *jaspe verde listado de rojo*. ciertos *jaspes amarillos* que presentan manchas de color de oro, en medio de una calcedonia traslucienté; los jaspes llamados de *ojos* con fondo pardo, amarillo, etc., y manchas blancas, verdosas, ó amarillas, ya simples, ya compuestos, de capas concéntricas de diferentes colores. Las maderas agatizadas han sido trabajadas particularmente en pedestales: *las maderas de palmeras*, son las mas agradables y mas estimadas; la *piedra de Rennes* ó especie de pudinga silícea en cantos pequeños rojizos, amarillentos, reunidos por una pasta de color rojo, es tambien muy agradable en vasijas pequeñas, pedestales, etc. La pudinga de Inglaterra, formada de pedazos de pedernal, unidos por un cimiento de grés, es tambien una materia de muy buen efecto. Finalmente todas las materias minerales que no se hallan en masas demasiado pequeñas y que son susceptibles de buen pulimento pueden usarse en objetos pequeños de adorno; muchas rocas mezcladas de granate, de idocrasa, de láminas brillantes de mica, etc., presentan algunas partes que pueden trabajarse con ventaja.

USOS EN LA QUINCALLERÍA, JOYERÍA, ETC.

La mayor parte de las sustancias que hemos indicado, se trabajan tambien en objetos grandes como cajas, cofrecillos, puños de sables y de puñales. De este modo es como se usa frecuentemente el lapislázuli, la malaquita, algunas veces el espato fluor, y sobre todo el feldspato de labrador, y el feldspato verde, el último de los cuales es muy estimado. El cuarzo blanco, el cuarzo amatista, las maderas agatizadas, la piedra de Rennes, la pudinga de Inglaterra, etc., se aplican á los mismos usos. Se usan tambien otras diversas materias que se encuentran en nidos, en venas, en riñones poco considerables en la naturaleza; tales son: el *cuarzo aventurinado*, las *calcedonias* ó *ágatas*, el *jaspe verde*, el *jaspe sanguíneo*, el *jaspe abigarrado* ó *piedra de Egipto*, la ganga de ópalo, ó *prima de ópalo*, que es una materia arcillosa, llena de nidos de ópalo irizado, el *feldspato* compacto, unido, venoso, jaspeado y listado; un número de sustancias bastante considerable mezcladas, tales como cuarzo granatífero, serpentinas verdes semitransparentes, muchas veces llenas de granate rojo; *cuarzos*, *feldspatos*, *calcáreas micáceas*; ciertas variedades *de mármol azul antiguo*, con venas muy pequeñas; ciertas *lumaquelas* como la de Astracan, de Carintia, etc., etc.

Varias clases de piedras que por sí mismas no son bastante estimadas se usan por su finura é inalterabilidad, en esculturas muy finas y delicadas. Los antiguos, han dejado obras soberbias de este género y los artistas medernos han producido tambien obras maestras que en nada ceden á lo mas bello que ha producido la antigüedad. Las obras mas conocidas de este género, son los camafeos ó piedras de capas de diferentes colores esculpidas en relieve. Pero la mayor parte estan ejecutadas en calcedonias, habiéndose buscado siempre las que presentan por lo menos una capa blanca sobre otra negra ó parda, y mas aun las que presentan una capa blanca entre dos de color oscuro. Hoy dia se tiñen con bastante frecuencia las piedras, ya por un solo lado, ya por los dos, de pardo, lila, etc. Los artistas, conservan la capa mas oscura para servir de fondo, esculpen el relieve principal sobre la parte blanca, y reservan algo de la capa superior, ya para los cabellos, ya para los vestidos, ó algunos accesorios. Se ha grabado igualmente tanto en relieve como en hueco, sobre piedras de colores uniformes, y particularmente sobre cornerinas, sardónicas, calcedonias, jaspes rojos, algunas veces sobre la amatista, y por último, sobre piedras finas tales como el *rubí*, *esmeralda*, *topacio*, *circon*, etc. Este es el lugar de hablar de los camafeos ejecutados sobre los esquistos ónices, que vienen de la China como objetos de curiosidad. Son placas de rocas análogas á ciertas variedades muy gruesas de nuestras pizarras que presentan tres ó cuatro capas de colores diferentes, una parda, que debe servir de fondo, otras rojidas, blanquecinas, verdosas, sobre las que los chinos han esculpido diversos asuntos, y particularmente el interior de casas, paisajes, muchas veces animados de personas y animales; hay algunos de grandes dimensiones, que pueden considerare como bajo-relieves de adorno.

Piedras preciosas. Independientemente de aquellas piedras, en que el trabajo, constituye casi todo su valor, existe un gran número, que se emplea diariamente para joyas de diferente especie, desde aquellas que exige el lujo mas refinado, hasta las de adornos mas modestos. Unas son realmente *materias preciosas* por el brillo de que estan dotadas, unido á una

perfecta pureza, á colores vivos, á una dureza considerable y á ser muy raras, circunstancias todas que les dan siempre un precio muy elevado. Otras se aproximan á estas solo por cualidades agradables á la vista, como buenos colores, y algun reflejo; pero no tienen su brillo ni su dureza, son mucho menos comunes, y por consecuencia mucho menos caras.

Las piedras preciosas mas abundantes en el comercio, se reducen á un pequeñísimo número de especies minerales, cada una de las cuales ofrece algunas variedades mas ó menos estimadas, tales son: el *diamante*, el *corindon*, la *esmeralda*, la *espinela*, la *cimofana*, el *ópalo*, el *peridoto*, el *topacio*, el *granate*, la *turmalina*, la *cordierita*, la *turquesa*, algunas variedades raras de feldspato cuarzo, etc.

El *diamante* es la piedra por excelencia; su dureza, su brillo, su fuerza de refraccion, que descomponiendo la luz, la hace salir en acecillos de mil colores, le dan mucho valor en todos tiempos, y le colocaran siempre en primera línea. El mas estimado es el que tiene una perfecta trańsparencia, pierde mucho, cuando tiene alguna tinta amarillenta como sucede con frecuencia, y solo cuando los colores son mas francos y vivos recobra su valor y aun á veces le aumenta.

Despues del diamante las piedras preciosas mas estimadas, son: diferentes variedades de *corindon*, cuya dureza, es todavía excesiva, el brillo muy vivo, y los colores muy puros; tales son: el corindon rojo (*rubí oriental*), azul (*zafiro*), blanco (*zafiro blanco*), amarillo (*topacio oriental*), purpúreo (*amatista oriental*), verde (*esmeralda oriental*). Todas estas piedras deben tener una tinta uniforme, lo cual es raro, un color bien decidido, y un buen *aterciopelado*; las que tienen una tinta falsa ó presentan varios matices, pierden mucho de su valor. Ordinariamente se usan los corindones aislados, y deben ser de buen tamaño; los muy pequeños son poco estimados á no ser el rubí de que se hacen cerquillos. El *corindon opalizante* y *asteria* son tambien estimados cuando son buenos.

La *espinela* nos ofrece tambien hermosas piedras que se designan con los nombres de *rubí espinel*, y *rubí malaja*; los primeros pueden rivalizar con el *corindon* rubí y son igualmente de un precio muy elevado que varia segun la tinta; se vende frecuentemente con el nombre de rubí oriental. Los segundos, de un tinte rosado, rojo de vinagre ó de heces de vino, son mucho menos estimados y se confunden á veces con el topacio quemado, sin embargo, se hacen de ellos adornos que son á veces muy caros.

La *esmeralda* nos presenta algunas variedades que son mas ó menos estimadas. La mas hermosa, la mas estimada, es la variedad de un color verde hermoso, que viene del Perú, y está coloreada por el óxido de cromo. Su precio es muy elevado, cuando presenta una tinta aterciopelada y no tiene defecto alguno. El *agua marina* de color verde azulado ó azul verdoso, necesita ser de gran tamaño, y aun entonces tiene poco valor. Las variedades que tienen un buen azul de cielo oscuro (*beryło azul*) son mucho mas estimadas y se mantienen en el comercio á un alto precio. Hay tambien variedades amarillas, de bastante buen efecto cuando estan pulimentadas, y que imitan la variedad de corindon llamada topacio oriental; tambien las hay de color verde amarillento que algunas veces han pasado por cimofana.

Todas estas variedades de esmeralda se usan en adornos de diferentes clases y la esmeralda del Perú rodeada de diamantes cuyo brillo resalta sobre ella, es de un efecto muy agradable.

La *cimofana* designada con el nombre de *crisoberilo*, es tambien una piedra muy estimada, cuando tiene buena transparencia, y un buen color amarillo verdoso, ó cuando es un poco lechosa y presenta buenos reflejos. En el Brasil y en Inglaterra es muy estimada á causa de su brillo que rivaliza con el del diamante.

El *ópalo* es tambien una especie de mineral que ofrece variedades muy estimadas, tales como el ópalo irisado y el ópalo de fuego. La primera presenta grandes reflejos, de colores diferentes ó manchas pequeñas que son como otras tantas pajitas de todos colores; estas variedades tienen siempre un precio elevado cuando son perfectas. El ópalo de fuego, los ópalos cambiante y lechoso que se usan algunas veces, tienen mucho menos valor.

El *topacio* mas comun que la mayor parte de las piedras que acabamos de citar, se usa, sin embargo, con mucha frecuencia; pero para adornos de menos valor. Los mas estimados son los topacios rosas; pero algunas veces se les da artificialmente este color calentándolos lentamente; entonces tienen menos valor, aunque siempre es bastante elevado; las variedades amarilla y rojiza, son las que se usan para esta operacion. Los topacios de color amarillo puro anaranjado, son tambien muy estimados; despues vienen los topacios azules, que hasta ahora han tenido poco valor aunque presentan hermosas piedras mucho mas brillantes que el verilo azul. Lo mismo sucede al topacio blanco, que casi no se usa sino en una piedra aislada en alfileres ó agujas y para imitar el diamante.

El *granate* ofrece pocas variedades de gran valor. Las que se encuentran mas comunmente que presentan diversas tintas rojas, y de las cuales se hacian antiguamente collares, son poco estimadas. Solo las de un color hermoso violeta aterciopelado, que llevan el nombre de granate sirio, tienen precio elevado. Las piedras que se designan en el comencio con el nombre de jacintos, son tambien muy caras cuando son perfectas; tienen un tinte canela con un buen aterciopelado. Se usan sin embargo con bastante frecuencia granates de menos valor, que se designan con los nombres de granate de Bohemia ó piropo.

El zircon que se ha designado tambien con el nombre de *jargon* y de *jacinto*, pero con el cual se ha confundido el granate essonita, es una piedra de poco efecto, de un lustre grasiento, un poco adamantino, y sus variedades blancas se han sustituido en otro tiempo al diamante.

El *peridoto*, merece tenerse en mas estima; esta es una piedra verde prado, muy agradable cuando está bien tallada, que produce un bonito efecto con cerquillo de diamante.

La turmalina ofrece pocas variedades que puedan emplearse con ventaja: sin embargo, en el Brasil se tallan muchas verdes y azules, que se montan en agujas, alfileres, pero que en realidad son de poco efecto; hay ciertas variedades de color verde prado, que imitan bastante al peridoto, pero no valen tanto como él. La variedad verde de San Gotardo, es bastante linda é imita ciertas aguas marinas ó verilo. La rubelita es la única piedra de este grupo, que puede usarse con ventaja, cuando se elige bien; hay una de tinte rojo análogo al del rubí, que es muy estimada y de mucho precio, porque es muy raro encontrarla sin manchas. Algunas veces se ha vendido bajo el nombre de rubí y á precios muy altos.

La *cordierita*, bajo el nombre de zafiro de agua, nos presenta una piedra azul violada, poco estimada porque tiene poco brillo y rara vez colores uniformes: hay una variedad centellante.

Las *turquesas*, aunque poco duras, son tambien piedras muy estimadas por lo agradable de sus tintas y que se montan frecuentemente con cerquillos de diamantes ó rubíes. Su color azul verdoso casa muy bien con todas las piedras y sienta perfectamente. Estas piedras son muy estimadas y se mantienen siempre á precios elevados, que varian segun la belleza de las tintas.

El *feldspato* ofrece dos variedades muy estimadas en la joyería. La una es aventurinada, y presenta una multitud de puntos brillantes de color de oro ó roji-

zos; es conocida con el nombre de piedra del sol, y su precio es siempre muy alto. La otra variedad se designa con el nombre de piedra de la luna, porque presenta un reflejo blanco azulado, y una tinta suave; es bastaute estimada cuando es perfecta.

El *cuarzo*, entre todas las variedades de color que nos presenta, no ofrece ,sin embargo, mas que una piedra de algun valor que se usa habitualmente en la bisutería; esta es, el cuarzo amatista, muy estimado cuando en un tamaño regular, presenta una buena tinta violada aterciopelada bastante uniforme; estas piedras de tinta oscura uniforme son raras, y siempre se montan aisladas; para los adornos se prefieren los amatistas claros que son mas comunes, menos caros y de efecto mas agradable; casan perfectamente con el oro. El ojo de gato que se considera como un *cuarzo cambiante*, es tambien una piedra muy rara y de bastante precio, cuando es de buena dimension.

Las innumerables variedades de cuarzo coloreado, de las cuales unas que tienen diferentes tintes amarillos imitan el topacio, y otras á la cimofana, agua marina, jacinto, etc. se usan tambien con frecuencia; con las primeras se hacen sobre todo adornos muy agradables á la vista, aunque estas piedras tengan menos brillo que los topacios; se usan mucho en sellos, en cintillos y en diademas.

Piedras comunes. Hay tambien un gran número de piedras que son mas ó menos agradables, cuando estan talladas ó pulimentadas, tales son: la *idocrasa* y el *epidoto* que pueden ser comparadas al peridoto; la *axinita*, que se aproxima á ciertas variedades de espinela; la *elcolita* verde ó rojiza que presenta un reflejo bastante agradable; la *dialaga cambiante*; la *hiperstena* de un brillo metálico bronceado; la *obsidiana aventurinada*, de fondo verde y reflejos amarillentos; la *distena azul* y ciertas variedades azules de fosfato de cal bastante comparables á la cordierita. Se pueden citar diferentes variedades de calcedonia, de las cuales la mejor que es de un color azul muy agradable, se llama *zafirina*; la *cornerina* que presenta diferentes tintas y ha sido frecuentemente buscada para sellos; las *ágatas herborizadas* estuvieron en moda en algun tiempo en agujas y alfileres. Tambien se usa frecuentemente en adornos la *calcedonia crisopasa*, que presenta una tinta verde bastante agradable producida por el óxido de niquel; los comerciantes tienen á veces la precaucion de tenerla en agua que absorbe fácilmente para aumentar el tinte verde; tambien emplean algunas veces aguas coloreadas por los nitratos de cobre y de hierro; pero entonces las piedras al secarse en los estuches, manchan el forro de color verdoso.

Algunas piedras muy poco duras y poco capaces de resistir á los roces habituales, se usan sin embargo, para objetos de capricho, tales son: el carbonato de cal fibroso de un lustre sedoso, y el yeso fibroso, de que se hacen collares y pendientes, etc. Tambien se ha usado algunas veces con ventaja la *escolezita fibrosa* blanca nacarada, con fibras ligeramente onduladas y entrelazadas. La *mesotipa natrolita*, que se ha usado para formar la letra N en los anillos geroglíficos, presenta círculos concéntricos de diferentes tintas amarillas ó rojizas. El *espato fluor*, tan variado en colores y usado principalmente en grande, ha sido algunas veces tambien tallado en piedras pequeñas, y ha formado lo que se llama falsa esmeralda, falsa amatista, falso topacio, etc.

Varias materias combustibles se han usado tambien en joyas. El sucino ó ámbar amarillo, en bolas talladas con facetas, ha estado en moda muchas veces y produce buen efecto en collares; mejor es aun, cuando está tallado en facetas y se parece á algunas variedades de topacio. Ciertas variedades de lignito ó *azabache*, se han usado mucho y aun se usan hoy para hacer alhajas de luto. Por fin, se ha usado tambien en otro tiempo el sulfuro de hierro conocido entonces con el nombre de *marcasita*, que se tallaba en rosa como el diamante, y que tenia un brillo muy vivo.

Talla de las piedras. Se tallan las piedas finas de diferentes modos para realzar en lo posible su brillo. Hay diferentes clases de tallas que se usan segun las circunstancias y segun el mayor ó menor valor de la sustancia. Se distinguen las principales tallas siguientes: 1.° La talla en rosa, que presenta por un lado una especie de pirámide mas ó menos elevada, guarnecida de facetas triangulares, y por el otro una ancha base plana destinada á quedar oculta en el engaste. 2.° La talla en brillante, la mas rica de todas; por un lado presenta una cara bastante ancha ó tabla, rodeada de caras triangulares y de otras en losange; el otro lado presenta una pirámide guarnecida de facetas destinadas á reflejar la luz que ha atravesado la piedra, y termina en otra tabla pequeña oculata. La parte piramidal debe tener por sí sola las dos terceras partes de la piedra; debe estar oculta en el engaste que en este caso debe ser siempre al aire. Estas dos clases de tallas se ejecutan mas particularmente en el diamante. 3.° La talla en grados, ó brillante de grados que presenta por un lado una tabla mas ó menos ancha, rodeada de facetas trapezoidales y termina por el otro en una pirámide que presenta una serie de facetas en escalones hasta el vértice que termina en facetas triangulares; esta es la tabla que se emplea para el corindon, la espinela, el granate, la esmeralda, etc. 4.° La talla en piedra gruesa, que es una de las mas sencillas, pero que se emplea rara vez porque es de poco efecto. 5.° La talla en cabujon ó en lenteja, que presenta dos superficies redondeadas; se usa para el ópalo, cuyos iris resaltan así mucho mejor, y despues para piedras opacas; algunas veces se ahueca el cabujon por debajo, lo cual se llama rebajar para disminuir la gran intensidad del color, y entonces se cubre la piedra con una hoja de plata al montarla; esto es lo que se hace para el granate comun. Ademas de estas diferentes tallas, hay otras que son enteramente de capricho y que dependen del uso á que se destina la piedra.

MATERIAS EMPLEADAS EN LA AGRICULTURA.

La bondad de un terreno para la vegetacion parece que depende de la mayor ó menor finura de la materia mineral que le constituye, de su mayor ó menor ligereza, de su aptitud para retener el agua en justas proporciones, de la cantidad y de la naturaleza de los restos orgánicos en descomposicion que contiene, etc. Un suelo muy arcilloso es siempre muy denso y muy tenaz; se opone á que las raicillas y raices mayores se extiendan convenientemente; impide al agua penetrar en su interior, ó la retiene con fuerza, cuando despues de mucho tiempo ha llegado ha absorberla; la tierra se modela entonces muy estrechamente sobre las raices, cierra sus poros, la priva completamente de la influencia atmosférica y las hace podrir. Un suelo arenoso produce efectos contrarios; las raices se extienden en él considerablemente, y á pesar de esto, su movilidad impide al vegetal fijarse con solidez; el agua penetra en estos terrenos con la mayor facilidad, pero se escapa del mismo modo, y el vegetal no puede tomar en él la cantidad de líquido necesaria para el trasporte de los jugos nutritivos á sus órganos.

Cuando la materia estéril del suelo se compone únicamente de sustancias que no pueden tener accion química sobre los restos orgánicos que contiene, estos abandonados á la accion recíproca de sus elementos, no se descomponen sino lentamente y no producen sino al cabo de algun tiempo y en cortas cantidades el abono necesario á la nutricion de las

plantas; en este caso la vegetacion es tardía y lánguida, esto es lo que sucede en los suelos puramente silíceos y arcillosos. Si el suelo contiene por el contrario una gran abundancia de materias activas, la descomposicion de los abonos es demasiado rápida, y tanto por esta circunstancia, como por efecto de la accion misma de estsa sustancia sobre las plantas, la vegetacion es aun lánguida ó enteramente nula; esto es lo que se verifica en las tierras cretáceas y en todos los terrenos muy impregnados de sales diversas.

Estas consideraciones generales son las que dan reglas al cultivador estudioso para el uso de los abonos minerales, y de las diversas clases de fiemos naturales ó artificiales. Todo se limita á modificar la naturaleza del terreno por mezclas que obran ya de una manera puramente física, ya de una manera química, y algunas veces de ambas maneras á un mismo tiempo. Las tierras demasiado arcillosas no pueden ser abonadas sino por medio de arenas silíceas, ó en general por materias que les den movilidad; las tierras silíceas no son abonadas sino por materias arcillosas. Las tierras dotadas de actividad química no pueden ser entregadas á la vegetacion sino paralizándolas de una manera ó de otra; por el contrario, las tierras sin accion química para ser apropiadas á ciertos cultivos, deberán ser activadas por ciertos medios mas ó menos poderosos. Esto es lo que parece producir la teoría resultante de las observaciones mas generales, y asi es como se pueden explicar los efectos conocidos del uso de diferentes materias minerales en la agricultura.

Estas materias minerales usadas en agricultura son poco numerosas; y las *margas*, que se dividen en *margas arenosas*, *margas arcillosas*, *margas calcáreas*, y el *yeso calcinado ó natural*, se usan únicamente para dividir las tierras demasiado fuertes ó dar cuerpo á las que son demasiado arenosas. Como materia activa se usan las arenas impregnadas de sales marinas que se sacan de las costas del mar; los lignitos serosos llenos de sulfuros de hierro, la turba de los terrenos calcáreos y las cenizas de turba que reemplazan á las de leña en los prados. Como verdadero fiemo no se puede citar mas que el guano que tiene una gran analogía con el urato y que se usa particularmente en las costas de Méjico.

COMBUSTIBLES MINERALES.

Basta aquí recordar las materias carbonosas que hemos designado con los nombres de *antracito*, *ulla*, *estipitos*, *lignitos y turba*. Se usan con gran ventaja donde pueden adquirirse ó hacerse transportar con facilidad. Se destinan á los usos ordinarios en los talleres y manufacturas de todas clases. La ulla sobre todo, es un combustible muy precioso, ya natural, ya carbonizado; es decir, privado de su betun para todos los usos. El antracito por la dificultad con que se inflama, no se puede usar sino en los hornos de mucha fuerza, y á veces es necesario para que se empiece á encender mezclarle con ulla ó con leña; una vez encendido produce un fuego muy activo. Los estipitos ó lignitos se acercan mas ó menos á la ulla, pero á veces esparcen un olor infecto que impiden usarlos en las habitaciones; sirven difícilmente para la fragua de herradores, y para este objeto la ulla es preferible á todo por efecto de la fusion que experimenta, que une todos los pedazos en uno, y forma una especie de bóveda en que el trabajador calienta su hierro por todas partes. Pero esta ventaja de la ulla es un inconveniente en otros casos, como en los hornos de reverbero y aun bastante frecuentemente en los hornos de fundicion y de refino, porque los pedazos uniéndose unos á otros interceptan las corrientes del aire.

MINERALES EMPLEADOS EN LA PREPARACION DE LOS METALES USUALES.

Aunque algunos de los metales usuales se hallan en la naturaleza casi en estado puro, la cantidad es siempre demasiado pequeña para nuestras necesidades, de manera que la mayor parte se extraen por medio de procedimientos químicos ejecutados en grande de diferentes minerales en que están combinados con diversas sustancias de que es indispensable desembarazarlos. El primer trabajo es, ordinariamente, quebrantar el mineral, reducirle á pequeños fragmentos á no ser que esté en granos como el hidróxido de hierro de la formacion del Jura: entonces se separan con cuidado los pedazos puros de mineral de los que tienen ganga, estos se llevan al *bocarte* para ser molidos bajo el agua y lavados; operacion que quita las partes térreas y deja al mineral que comunmente es mas pesado en estado de pureza. Todos los minerales que no estan mas que oxigenados y que no contienen materias extrañas, solo necesitan ser fundidos en contacto con el carbon que se apodera del oxígeno y deja el metal aislado, reduciéndole al mismo tiempo al estado líquido, que permite darle la forma que se quiera. Aquellos en que el metal está combinado con el azufre, necesitan ante todo ser tostados; esto es, sometidos á la accion de un fuego lento que separa de ellos el azufre y convierte el mineral en óxido; muchas veces tambien se usa la tostacion sin mas objeto que dividir el mineral. Cuando los minerales estan mezclados con materias térreas que no se pueden destruir por el lavado, es preciso añadir para la fusion sustancias que puedan combinarse con las primeras y dar materias vidriosas suficientemente fusibles. Estas son las sustancias que se llaman *fundentes*; se usa la cal ó *castina*, cuando los minerales son silíceos, y la sílice ó materias silíceas, cuando el mineral contiene cal, alúmina, etc.; en general es necesario que el fundente sea apropiado á la materia de que se ha de desembarazar el mineral.

Algunas veces se obtiene por la fusion el mineral casi puro; pero en otros casos se encuentra combinado con una parte del carbon que se ha usado, como sucede cuando se tratan los minerales de hierro en los altos hornos, ó bien con un resto de azufre como sucede particularmente al cobre que se saca de los minerales piritosos. En este caso es necesario tratar nuevamente el resíduo de la primera fundicion, lo cual se hace ya por medio de caldas y martilleos sucesivos como para el hierro, ó ya por medio de una ó varias fundiciones sucesivas.

Se comprende que para preparar los metales en grande no se pueden usar mas que los minerales que abundan mucho en la superficie de la tierra; asi las materias útiles bajo este aspecto se reducen á un corto número de especies. Para la *preparacion del hierro*, no se usa mas que el peróxido, el hierro oligisto, el óxido magnético, el hidróxido y el carbonato. Los primeros son casi los únicos que se usan en las manufacturas de Suecia y Noruega: el hidróxido y el carbonato espático, en el Mediodía de Europa, y el carbonato compacto y térreo del terreno ullífero es el que ofrece las primeras materias á las numerosas herrerías de Inglaterra.

Sin duda podria muy bien elegirse alguno de entre los minerales de hierro que acabamos de citar, y en este caso, si se hubiera de juzgar por la excelencia de los productos de Suecia, se admitiria que los mas convenientes son: el óxido magnético y el hierro oligisto. Pero no siempre se puede elegir, sino que es necesario usar lo que se tiene á mano, y entonces se encuentra mucha diferencia en la riqueza de los minerales ó en los principios accidentales que contie-

nen; de aquí nace la variedad de los procedimientos y el abandono de ciertos criaderos que en un principio parecian ser los mas preciosos.

Para la *preparacion del cobre*, los únicos minerales que se emplean, son: el cobre piritoso, el sulfuro de cobre, y algunas veces el carbonato. La primera especie que es la mas comun es la que se trata mas habitualmente en todas la comarcas de Europa; las otras que suelen encontrarse accidentalmente mezcladas con ella, son tratadas al mismo tiempo que ella, y solo en Siberia forman el principal objeto de la explotacion.

El plomo que corre en el comercio se extrae del sulfuro de este metal ó galena que procede muchas veces de criaderos particulares; pero que frecuentemente se encuentra tambien mezclado con otros diferentes minerales del cual se saca el plomo por una serie de trabajos metalúrgicos. Los demás compuestos de este metal son tratados juntamente con el mineral mencionado cuando no han sido separados por las lavaduras.

El estaño procede casi enteramente de su deutóxido. El que se encuentra en los terrenos de aluvion, es preferible al que se encuentra en filones ó en masas, porque no está acompañado de sustancias extrañas pesadas y no necesita mas que una lavadura para quedar casi puro y en estado de ser fundido. Los minerales en filon ó masa necesitan primero ser molidos, lavados y despues tostados á causa del sulfuro y arsénico de hierro que contienen.

Los minerales bastante abundantes para sacar de ellos el zinc en estado metálico, ó para usar directamente en la fabricacion del laton (aleacion de cobre y zinc), son: el carbonato mas ó menos mezclado con silicato que constituye criaderos particulares, y el sulfuro que se encuentra con los minerales de plomo. El primero ha sido casi exclusivamente usado hasta tiempos muy recientes; pero despues se ha empezado á usar el segundo que por mucho tiempo se ha usado como inútil.

El poco *antimonio* que las artes necesitan se saca del sulfuro, único mineral de este metal que es algo abundante; unas veces se explota por él solo en criaderos particulares; otras veces es recogido en los de otros metales.

El *bismuto* que se usa en muy corta cantidad es únicamente extraido en la serie de trabajos que se ejecutan con ciertos minerales de plata y de cobalto que se hallan en los mismos lugares y que se emplean en la fabricacion del safre y del esmalte.

El *mercurio* se extrae algunas veces inmediatamente del seno de la tierra donde se encuentran en estado metálico; pero la mayor parte procede del sulfuro de este metal de que hemos citado algunos criaderos particulares. Lo mismo sucede respecto á la *plata*; del sulfuro de este metal es de donde se ha sacado y se saca la mayor parte de la plata del comercio: las minas de Hungría, de Transilvania, algunas de Sajonia y las del Nuevo Mundo son explotadas por esta sustancia, y solo se exceptuan los *Pacos y colorados*. Pero tambien se saca la plata de otros muchos minerales en donde se encuentra accidentalmente, ya sea en estado de sulfuro, ya en estado metálico; tales son, los minerales de plomo y algunos minerales de cobre. En los primeros minerales que hemos citado, la plata es el principal objeto de la explotacion; en los otros no es mas que un accesorio, y solo se saca cuando puede por lo menos cubrir los gastos que exige la operacion.

La mayor parte del *oro*, procede de las arenas donde esta sustancia está casi siempre diseminada, y que se tratan simplemente por el lavado en una porcion de paises, y principalmente en el Brasil, en Nueva Granada, en Africa, etc. Las partes terrosas y arenosas son separadas por el agua, y el metal que queda en forma de pajillas, no necesita mas que ser fundido y convertido en barras. Tambien se saca el oro de los minerales de plata ó argentíferos en que se halla mezclado; entonces se halla aleada la plata y se le separa por la operacion de la refinadura que consiste en tratar la aleacion por el ácido nítrico ó sulfúrico. Asimismo se extrae el oro de ciertos sulfuros de hierro en que está diseminado y que es trata generalmente por el mercurio.

El *platino* se extrae igualmente por el lavado de las arenas que son el único depósito en que se ha observado hasta ahora.

SALES Y ÁCIDOS MINERALES.

Las artes y los usos de la vida, emplean un gran número de sales casi todas sacadas del reino mineral. Hay algunas que se encuentran en la naturaleza en bastante abundancia para nuestras necesidades y que solo hay que sacar del seno de la tierra; otras se hallan en cantidad demasiado pequeña, relativamente al uso que se hace de ellas constantemente, ó no existen, y en este caso hay necesidad de prepararlas con los materiales que contienen sus principios. Estos usos y fabricaciones consumen de continuo un gran número de materias que vamos á dar á conocer.

1.° El *alumbre*, que existe algunas veces formado, en tierras que basta lavar, pero que se prepara, ya sea con la alunita, mineral por excelencia que se refiera á los terrenos de orígen ígneo, ya con los esquistos arcillosos, arcillas esquistosas, ó lignitos llenos unos y otros de sulfuro de hierro, cuya descomposicion al aire produce el ácido sulfúrico que se dirige en seguida sobre la alúmina de estas materias, ya en fin, con arcillas sobre las cuales se hace obrar inmediatamente el ácido sulfúrico preparado para el comercio.

2.° El *sulfato de hierro*, que se fabrica frecuentemente al mismo tiempo que el alumbre por medio de los esquistos y de los lignitos piritosos y algunas veces por medio de las piritas mismas.

3.° El *sulfato de cobre*, que se extrae algunas veces por evaporacion de las aguas que circulan en algunas minas de cobre ó por tostacion de ciertos minerales de cobre piritoso, bien por la accion del ácido sulfúrico sobre carbonatos de cobre natural ó en fin por el cobre mismo que se tuesta con azufre.

4.° El *sulfato de zinc*, que se prepara en Goslar por la tostacion del sulfuro de este metal.

5.° El *cromato de potasa*, que se prepara con el cromito de hierro que se calcina en crisoles con el nitrato de potasa, el cual hace pasar el óxido crómico al estado de ácido. Esta sal se usa en seguida para preparar el *cromato de plomo*, color amarillo muy usado en la actualidad, y diferentes cromatos metálicos de hermosos colores.

6.° El *sulfato de magnesia*, cuyo uso se limita á la medicina, que se saca de ciertas aguas minerales, y que se prepara otras veces por medio de las materias magnesianas, como serpentina, etc., haciéndolas calcinar con sulfuro de hierro, ó de la calcárea magnesiana sobre la que se hace obrar el ácido sulfúrico, etc.

7.° El *sulfato de sosa*, en otro tiempo usado únicamente en medicina, y aplicado hoy á la fabricacion del vidrio, se saca inmediatamente de ciertas aguas ó se fabrica por la accion del ácido sulfúrico sobre la sal comun con lo que se produce al mismo tiempo, el *ácido hidroclórico*.

8.° El *carbonato de sosa*, usado para la fabricacion del vidrio, del jabon, para lejia, etc., que se saca de las aguas de ciertos lagos, ó que se fabrica por medio de la descomposicion de la sal marina.

9.° La *sal comun*, cuyo uso ordinario es bien conocido, que se da tambien á las bestias en algunas

comarcas y se saca de ella el ácido hidroclórico, el carbonato de sosa, etc., se extrae de las aguas de los mares, de los lagos salados, de los manantiales, y en fin, en estado sólido del seno de la tierra.

10. El *nitrato de potasa*, usado para la fabricacion de la pólvora y del ácido nítrico, que se recoge en la superficie de la tierra y en las paredes viejas de las caballerizas, ó que se obtiene por descomposicion por medio de las sales de potasa, y de los nitratos de cal y magnesia, que se forman continuamente.

11. El *borax*, que se saca inmediatamente de las aguas de ciertos lagos, ó que se prepara con el ácido bórico que contiene ciertas aguas, al cual solo hay que añadir la base alcalina. Se usa principalmente como fundente.

12. El *ácido sulfuroso*, que se prepara para usarlo en las artes por la accion del ácido sulfúrico sobre materias capaces de desoxigenarla en parte; pero que producido por la combustion del azufre sirve á su vez para la preparacion del ácido sulfúrico por el intermedio del deutóxido de ázoe que se desarrolla por varios procedimientos; pero generalmente por la descomposicion del nitrato de potasa, con el cual se hace arder el azufre.

13. Un gran número de sales, tales como los acetatos de plomo, de cobre, de mercurio, el tartrato antimonial de potasa, el arseniato de cobre, los cloruros de cobre, de estaño de mercurio, el nitrato de plata, etc., que se preparan por medio de diferentes metales que se encuentran en el comercio, unos en grandes fábricas para la pintura, tintorería, etc., y otros en las oficinas de farmacia para los usos médicos.

BARROS Y VIDRIADOS.

Las arcillas de diferentes clases que se hallan en tanta abundancia en la superficie de la tierra y sobre las cuales apenas suele echar una ojeada el mineralogista, son tambien de la mayor importancia, bajo el punto de vista económico. Sus muchas variedades, ofrecen las materias primeras para toda clase de vidriados, cuya fabricacion mantiene á un gran número de familias, y que tanto el rico como el pobre usan constantemente, siendo su valor en cierto modo inapreciable.

Para los ladrillos, baldosas, tejas, y vidriado basto, se usan todas las clases de arcillas que se encuentran en los diferentes estados de las formaciones secundarias y aun terciarias. Para los tres primeros géneros de fabricacion, las únicas condiciones importantes de observar son: que la arcilla no contenga carbonato de cal, que reduciéndose á cal produce muy pronto la destruccion de los objetos fabricados, que no contenga sulfuro de hierro, y que contenga bastante arena para no deformarse por la desecacion y la coccion. En ciertos casos en que se quieren ladrillos y baldosas muy refractarias, se buscan ademas las arcillas formadas principalmente de sílice y de alúmina, que no contienen silicato de cal, óxido de hierro, etc., los cuales las hacen mas ó menos fusibles. Para la fabricacion del vidriado, es necesario ademas, que la arcilla sea algo elástica, para que no haya necesidad de dar demasiado grueso á las vasijas. Todas las arcillas son buenas cuando no se cuecen con mucho fuego; pero para el vidriado llamado de *grés* que se entrega al comercio sin barniz alguno, y que por esto mismo necesita ser cocido con un gran fuego, hay que emplear arcillas suficientemente refractarias.

Para el vidriado mas fino, se necesita que la pasta sea aun mas trabada. Comunmente se usan las mismas arcillas que para el vidriado basto, pero se trituran y se lavan con algun cuidado para no usar sino las partes finas arrastradas por el agua. En ciertos casos se eligen arcillas blancas ó que se vuelvan blancas por la coccion, y se toman precauciones particulares para preparar los objetos. Para la porcelana, se usan arcillas particulares procedentes de la descomposicion de las rocas feldspáticas ó de la piedra pomez, y que se designan con el nombre de *caolin*.

Es raro que las arcillas que se encuentran contengan las proporciones exactas de sílice; destinadas á dar la porosidad conveniente para que la vasija pueda ir al fuego, y hay necesidad de introducirla. En el vidriado basto, se mezclan arenas silíceas; en los otros sílice muy dividida que se prepara con los pedernales de las cretas, calcinándolos, triturándolos en molinos y tamizándolos con cuidado. En la porcelana se introduce feldspato no alterado y triturado finamente; pero en este caso es para dar el grado conveniente de semifiuibilidad á una temperatura elevada.

La cubierta del vidriado, ó barniz destinado á impedir la absorcion del agua, está formado tambien de materias minerales. Para el vidriado basto se usa frecuentemente la galena reducida á polvo, con la cual se espolvorea la pieza, ordinariamente despues de cocida, empleándola ya sola para el color amarillo, ya con el cobre y el manganeso para los colores verdes y pardos; de esto resulta un barniz de óxido de plomo. Para las tierras inglesas, se usa tambien una cubierta de óxido de plomo; pero este óxido, es fundido préviamente con un vidrio silíceo, que se reduce despues á polvo para colocarle sobre la pieza. Para la loza, se usa un barniz opaco, formado ordinariamente de óxido de plomo y óxido de estaño, con cierta cantidad de sílice de que se hace un esmalte que se muele para espolvorear las piezas. Estas cubiertas son por lo general bastante blandas y las del vidriado basto formadas únicamente de óxido de plomo, son por esto mimos mal sanas: algunos han propuesto reemplazarlas con barnices saludables hechos con escorias de fragua ó con piedra pomez; solamente es necesario en este caso, hacer la pasta del vidriado mas refractaria, á fin de que pueda sufrir el calor suficiente para la fusion de estas nuevas cubiertas.

El vidriado de grés, no necesita ordinariamente barniz, pero cuando se usa, es un barniz térreo. Algunas veces no se hace mas que echar sal comun en el horno, en cierta época de la coccion, y su descomposicion por la sílice y la arcilla produce un barniz de vidrio silíceo á base de sosa.

La porcelana nunca se cubre sino con un barniz térreo, para el cual se usa el feldspato que se reduce á polvo muy fino, y se agita en seguida en el agua. En este agua se sumergen todas las piezas, de manera que no queda mas que una película de barniz muy delgada en su superficie.

VIDRIERÍAS Ó CRISTALERÍAS.

Todos los vidrios que usamos son silicatos de diferentes bases, que se toman de entre los productos naturales que hasta entonces hacen fundir, ó que se componen inmediatamente. Para el vidrio de botellas, se usan arenas volcánicas, formadas de restos de lavas, las lavas mismas ó basaltos que frecuentemente se pueden fundir solos sin añadir nada.

En los lugares donde faltan estas materias se usan otras muchas, pero á las cuales hay que añadir muchas veces algunos fundentes como sales de sosa y potasa, cal, etc., para formar silicatos fusibles.

Para los vidrios blancos se deben evitar todas las materias que contienen óxidos coloreados. En algunas localidades se usan las perlitas y materias vítreas, que forman parte de los terrenos traquíticos, y lo mismo se podria emplear la piedra pomez, las rocas feldspáticas blancas, etc.; materias todas que basta llevar al horno para obtener inmediatamente vidrio. Por lo comun se fabrican vidrios de todas especies usando por una parte las arenas silíceas mas blancas,

mas puras, y por otra los subcarbonatos de potasa ó de sosa, el sulfato de sosa, el cloruro de sodio ó sal comun, etc., que se reunen en proporciones convenientes. En la especie de vidrio blanco, que se llama cristal, se hace entrar ademas cierta cantidad de peróxido de manganeso, que al desoxidarse quema las materias extrañas; pero es preciso cuidar de no usar mas que la cantidad necesaria porque un exceso daria al vidrio un color de violeta.

Los vidrios de color deben sus tintas á los óxidos metálicos, algunas veces al carbono, que produce una tinta azul cuando se halla en pequeña cantidad, y un color amarillo, cuando se halla en cantidad mayor. Los óxidos que se usan mas frecuentemente son: para el azul, el óxido de cobalto; para el verde el óxido de cromo, que da un verde esmeralda muy hermoso, ó el óxido de cobre; los violetas y rojos son producidos por los óxidos de manganeso de hierro y de oro. Los vidrios opalinos, semitransparentes, son el resultado de una mezcla de óxido de estaño y óxido de arsénico ó fosfato de cal.

Con otros vidrios coloreados se imitan todas las piedras preciosas, y su fabricacion ha llegado ya á un alto grado de perfeccion; porque se da á estos vidrios el brillo de la piedra que imitan y sus juegos de refraccion. Al efecto se usan vidrios que contienen una gran cantidad de óxido de plomo, lo cual, desgraciadamente, los hace pesados y bastante blandos, algunas veces hasta el punto de que se deslustran muy pronto solo por el rozamiento de las telas. El mismo diamante es imitado por el arte, hasta el punto de engañar la vista mas ejercitada por medio de los vidrios de plomo que toman el nombre de strass; pero es preciso no pesarlos ni ensayar su dureza, porque cualquiera de estos dos medios, descubre en seguida el artificio.

MATERIAS USADAS PARA PINTURA Y DIBUJO.

Un gran número de sustancias naturales se usan inmediatamente para las pinturas groseras; asi se usa la creta con varios nombres para los temples de todas clases, y las arcillas ferruginosas, con los nombres de ocre rojo de Prusia. Algunas variedades de estos ocres son particularmente buscadas por la viveza de sus tintes para pinturas mas delicadas; se preparan por la trituracion y el lavado, medio por el que se separan las partes mas finas que suspendian en el agua y no se depositan sino despues de cierto tiempo.

Estas arcillas preparadas, unas veces en estado natural, otras veces calcinadas, son las que constituyen los *ocres amarillos, rojos ó pardos*, la *tierra de sombra*, la *tierra de Siena* simple ó tostada, la *tierra de Italia*, *el pardo rojo*, etc.

Se emplean tambien en estado natural, las maderas muy alteradas, y particularmente aquellas que se sacan de Colonia, que son conocidas bajo el nombre de *tierra de Colonia*, y que producen tintes pardos muy bellos. El betun es la materia de color que se ha denominado *momia*; la mas estimada es el betun del lago Asfáltico, de que los egipcios se servian para embalsamar los cuerpos, y que algunas veces se han sacado de sus momias. La *tierra verde de Verona*, triturada y lavada, produce un color subido muy bello, muy permanente, y muy estimado; los granos verdes, que se encuentran en la creta, en las calcáreas groseras, producen otra tinta, cuya vista es de muy buen efecto.

Entre todas las sustancias colorantes empleadas en la naturaleza, ninguna es mas bella que el *ultramar*, que se hace con el lápiz lázuli, convenientemente triturada y lavada; este es el color mas inalterable y el mas brillante. Se ha llegado á hacer artificialmente, lo que debe aumentar prodigiosamente su uso. Se debe citar tambien entre los colores naturales, el *azul de montaña* ó carbonato azul de cobre, el *verde de montaña*, que es el carbonato verde, el *cromato de plomo*, el *oropimente*, y el *rejalgar*, que constituyen los mas bellos amarillos, que se han llegado á aplicar en las telas, y que ofrecen tintas inalterables; el *vermellon* ó cinabrio, que es el sulfuro de mercurio; mas es raro que se empleen estos colores naturales, pues que sabemos fabricarlos muy bien por el arte. Hay tambien otros muchos que son enteramente artificiales; tales son el *azul de Thenard*, ó fosfato aluminoso de cobalto, que rivaliza con el ultramar; el *verde de scheele*, que es un arseniato de cobre, el *cardenillo* ó verde gris, que es el acetato del mismo metal; el *óxido de cromo*, que produce un hermoso color verde sombra, el *amarillo mineral*, que es el protóxido de plomo, el *minio*, que es el deutóxido, el *amarillo de Nápoles*, en cuya fabricacion se hace entrar el deutóxido de antimonio, el *cromato de zinc*, que como el cromato de plomo, ofrece un amarillo de los mas hermosos, y que se prepara por la accion de una disolucion de zinc sobre otra de cromato de potasa.

Para el dibujo, se usa el *grafito* ó carbono, en un estado particular, del cual se hacen los lápices malamente llamados lápiz plomo. Los mejores son los que se fabrican con el grafito de Inglaterra, que es sumamente fino y suave; no se le hace sufrir mas preparacion, que dividirle por medio de una sierra en barritas que despues se forran de madera.

La especie de lápiz que se llama *piedra de Italia*, no es mas que un esquisto arcilloso, muy suave, muy fino é impregnado naturalmente de cierta cantidad de grafito. El lápiz negro de los carpinteros, es tambien un esquisto; pero coloreado por carbono en otro estado. Los lápices rojos, que se usan poco, se fabrican con arcillas ocráceas rojas, que se lavan con cuidado y se aglutinan con goma arábiga ó cola de pescado. Las variedades sólidas de estos ocres, se usan en bruto entre los trabajadores de algunas comarcas. Los lápices blancos estan formados de creta, lavada y seca, y distribuida en barrillas, algunas veces se introduce en ellos una agua gomosa para darles mayor solidez. Finalmente, debemos hacer mencion de los lápices de pizarra, que se usan bastante desde que se han introducido en las escuelas las pizarras: asi como tambien en las casas para hacer las cuentas diarias. Se fabrican en gran cantidad en las cercanías de Nuremberg, donde se hallan en barrillas groseramente redondeadas.

Piedras litográficas. Uno de los mejores descubrimientos de nuestro siglo, es la litografía, que á una economía real de mano de obra, reune la ventaja de multiplicar el dibujo original de un artista, sin alteracion alguna. Las piedras que se usan para este objeto, son variedades compactas de carbonato de cal, que deben ser bien homogéneas, de una extension suficiente, tener un grano muy fino é igual, hallarse exentas de venas y hendiduras, y absorber el agua hasta cierto punto. Las piedras que reunen mas particularmente estas cualidades, son las de las partes superiores de la formacion pirásica; las mas nombradas son las de Papenheim á orillas del Danubio en Baviera; pero tambien en nuestros climas se encuentran algunas de muy buena calidad, que nuestros artistas usan con ventaja.

TIERRA DE BATANERO Y DE MANCHAS.

Entre las variedades de arcilla que hemos visto, son de mucha importancia para la fabricacion del vidriado, hay algunas que son no menos útiles por la facultad que poseen de absorber los cuerpos grasientos. Estas variedades son designadas con el nombre de *arcilla esméctica*; son grasientas al tacto, se deslien en agua y la ponen mas ó menos jabonosa, lo cual hace que

en los puntos en que existen, se empleen para blanquear la ropa y para todos los usos á que se destina ordinariamente el jabon. Son de la mayor utilidad en las fábricas de paños, y por medio de ellas se despojan aquellos tejidos del aceite en que ha habido que empapar la lana para trabajarla. Con esta tierra, se batanan las telas en grandes artesas con pilones de madera, y por esto ha sido llamada tierra de bataneros.

Tambien es una arcilla esméctica, la que se usa para quitar manchas, útil en particular para las de grasa. Se usa sola ó mezclada con un poco de carbonato de sosa; esta última sal es la que produce especialmente el efecto de reanimar los colores destruidos por el ácido nítrico, como lo hacen ver por experimentos, los que la venden en los sitios públicos.

PIEDRAS DE AFILAR. SUSTANCIAS DE PULIMENTO, ETC.

En las artes mecánicas, se hace un gran consumo de materias minerales para aguzar, afilar los instrumentos cortantes, pulimentar los metales, etc. Las piedras de aguzar, son por lo general grés, que se sacan especialmente de la formacion del grés rojo y del grés ullífero. El grés rojo, es el que da la mayor parte de las piedras de afilar de color rojo, y otras varias que son blanquecinas ó verdosas. Tambien se hacen muelas con los grés de los terrenos terciarios, y son las que sirven en la herrería ordinaria. En general todos los grés sólidos, homogéneos, tenaces, pueden emplearse y se emplean en efecto, en estos usos. El grés ullífero, ofrece la mayor parte de las piedras grises ó negruzcas que sirven para afilar los instrumentos. Unas veces se usan inmediatamente las variedades finas de estos grés que se tallan en prismas cuadrados en forma de lanzadera, etc; otras se muelen para hacer una pasta que se modela y se cuece para darle el grado de dureza conveniente. Tambien se emplean para esta clase de piedras variedades de cuarzo micáceo, cuyas partículas cuarzosas son finas y estan bien mezcladas con pajillas de mica; las calcáreas micáceas producen tambien excelentes piedras.

La mayor parte de estas materias son bastante groseras y no pueden servir para afilar los instrumentos finos á no ser algunas variedades que usan los grabadores y torneros para afilar sus buriles y cinceles; en general se usan para los instrumentos finos variedades de esquisto arcilloso ó materias finas homogéneas, bastante duras, que forman capas subordinadas al esquisto, al cual pasan por todas las gradaciones; tales son la piedra de navajas de afeitar, la piedra de lancetas, la piedra azul de curtidores, y la piedra de Nuremberg; estas últimas son muy blandas y no sirven mas que para dar la última suavidad á los instrumentos cortantes. Tambien se usan ciertas variedades de dolomia de granos finos y apretados; tal es la naturaleza de la *piedra de Levante* que se endurece mucho y cambia enteramente de carácter cuando se empapa en aceite: ciertas variedades compactas un poco silíceas, de calcáreas terciarias, pueden tambien usarse con ventaja.

Todas las materias usadas para arreglar y pulimentar los metales y otros objetos, se sacan tambien del reino mineral; unas veces en materias sólidas, y otras en polvo mas ó menos fino. Los grés ó asperones de diferentes especies, se usan frecuentemente en este caso, como por ejemplo en Oberstein, donde se hace uso de grandes muelas de grés para tallar las ágatas. Las variedades finas de estos grés ó de los grés ullíferos, ofrecen tambien materias propias para dar el pulimento, asi como al esquisto arcilloso que con el nombre de *piedras de agua, piedras de Nuremberg* ó de Sonnemberg, se usan para pulimentar las joyas de oro. La piedra pomez, debe contarse tambien entre estas materias.

Las sustancias empleadas en estado pulverulento, son en primer lugar las arenas silíceas, los grés que se pueden fácilmente triturar, y otras muchas materias que se reducen por el arte á polvo mas ó menos fino. Lo que se designa con el nombre de *esmeril*, no es mas que una variedad de corindon muy ferruginoso, que á causa de su dureza es muy propio para preparar al pulimento todas las materias duras; pero se emplean tambien con este nombre arenas de granate, de zircon, que son comunes en algunas localidades, y que siendo más duras que las arenas cuarzosas, son tambien muy á propósito para diferentes usos. La piedra pomez se usa tambien frecuentemente en polvo para suavizar los metales, las maderas, el marfil, etc.

Todas las piedras que no tienen mucha dureza, como las ágatas, el granate, etc., pueden ser talladas y pulimentadas con las materias que acabamos de citar; pero no sucede lo mismo con el diamante, pues para tallarle no puede usarse mas que su propio polvo; para preparar este polvo se usan los diamantes pequeños y todos los que son defectuosos.

Hay tambien materias naturales que se usan despues que se ha dado la suavidad, ya para preparar los cuerpos al último pulimento, ya para dársele; tales son: el *trípoli*, el *rojo de Inglaterra*, etc. El trípoli no es algunas veces mas que la piedra pomez, triturada naturalmente, transportada y lavada por las aguas, con lo cual queda sumamente fina: en otros casos son arcillas esquistosas de los depósitos de ullas ó lignitos, que han sido calcinadas por la inflamacion de estos combustibles; tambien se fabrican artificialmente calcinando estas mismas materias. Varias especies de arcillas finas pueden emplearse del mismo modo, como la tierra de *Ringelbach*, cerca de Obersteim, que no es mas que la parte arcillosa fina de los depósitos de grés rojo, la tierra podrida de Inglaterra, el esquisto de pulimentar, etc. La creta, bien lavada, se usa tambien en muchos casos, y especialmente para dar nuevo lústre á los objetos de plata; con igual ventaja se usan los ocres amarillo y rojo. En cuanto al rojo de Inglaterra, aunque para usos groseros, se emplean con este nombre los ocres de que acabamos de hablar; se le prepara ordinariamente por medio de la calcinacion del sulfato de hierro que pasa al estado de sub-sulfato de peróxido, ó de peróxido puro, el cual se lava con mucho cuidado para darle la mayor finura posible; por consiguiente es un producto del arte y lo mismo decimos de la potea de estaño.

Tambien se usan diferentes sustancias minerales para *bruñir* los metales; es decir, para darles brillo frotando su superficie, préviamente suavizada con un cuerpo mas duro que ellos, pulimentado é incapaz de rayar como las materias de pulimento. Para esto, se emplea la hematites, algunas variedades de ágata y de pedernal, y en general todas las piedras duras. La hematites se talla á lo largo de las fibras, y se pule en sentido transversal, formando un instrumento á que se adapta un mango de madera. La ágata y el pedernal se usan para los bruñidores encorvados ó que tienen que ser muy estrechos. Estas materias se reemplazan algunas veces por el acero pulimentado que se dispone segun las diferentes necesidades de las artes.

USOS DIVERSOS.

Las artes y los usos de la vida, hacen emplear otras muchas materias minerales ó variedades de las que hemos citado ya. Asi varias rocas simples ó compuestas, se usan para la confeccion de piedras de molino, el pedernal se ha usado mucho para las armas de fuego, antes de la invencion de los pistones, ciertas variedades de calcárea y de grés, para componer las fuentes filtrantes, las arenas finas ligeramente arcillosas, para vaciar los metales, varias especies de pie-

dras, tales como el basalto, pedernales, etc., llamadas piedras de toque, para ensayar los objetos de oro, plata, etc.

Entre las piedras que sirven para la confeccion de las muelas de molino, no hay ninguna que reuna todas las propiedades apetecidas, como la llamada piedra molar. Tambien se hacen piedras de molino con las lavas porosas, ó rocas celulosas muy silíceas de los depósitos traquíticos. Tambien se usan grés y pudingas silíceas, en los puntos donde no se pueden adquirir otras materias. Finalmente se hace uso de las rocas graníticas, ya del granito propiamente dicho, ya de las variedades de micasquistos, que estan llenas de granate; pero todas estas piedras no valen tanto como la piedra molar.

Algunos instrumentos de física deben su existencia á las materias minerales. Hemos visto electroscopos fundados en la propiedad que tiene la turmalina de electrizarse por el calor, en la facilidad con que se electriza el carbonato de cal, y en la lentitud con que pierde la electricidad adquirida. Los instrumentos de polarizacion, y el colorigrado, estan fundados en la doble refraccion del carbonato de cal ó del cristal de roca, y en las propiedades ópticas de algunas otras materias. Pero ademas de estos instrumentos, hay uno muy útil en muchas circunstancias y que es una aplicacion muy ingeniosa de la doble refraccion que se debe á Rochon; la pieza principal es el micrómetro de doble imágen, que se coloca en el interior de un anteojo, al través del cual, por consiguiente, se ven dos imágenes. Este anteojo está dispuesto de manera que se puede hacer mover el prisma en su interior y colocarle de modo que las imágenes se sobrepongan exactamente ó se toquen, lo que conduce á determinar el diámetro aparente del objeto; en su longitud tiene una division por medio de la cual, dado el tamaño aparente de un cuerpo, se puede conocer al instante su distancia, ó vice versa.

Sin duda podriamos todavía citar el uso de muchas sustancias, pero no podemos examinar todo el reino mineral en una ojeada general, donde hemos tratado de reunir un conjunto de las aplicaciones, y en la descripcion de las especies es donde hay que buscar detalles mas circunstanciados.

PRIMERA CLASE.

GASÓLITOS.

Esta clase se compone de sustancias que contienen como principio electro-negativo, cuerpos gaseosos, líquidos ó sólidos, capaces de formar combinaciones gaseosas permanentes, con el oxígeno, con el hidrógeno ó con el fluor.

PRIMERA FAMILIA.—SILICIDOS.

Estos cuerpos se componen de óxido de silicio, ya solo, ya combinado con otros varios óxidos. Producen gas fluosilícico, cuando despues de mezclado con el fluoruro de calcio puro, se calientan con ácido sulfúrico concentrado en un tubo metálico. Todos son insolubles en el agua; algunos son atacados por los ácidos, y dan inmediatamente una materia gelatinosa, que no es mas que un precipitado de sílice.

La mayor parte no pueden ser atacados, mas que por la fusion con los álcalis caústicos, que les convierten en materias atacables por los ácidos, son susceptibles tambien de formar un depósito gelatinoso, ó una solucion que deja precipitar la sílice, bien inmediatamente, bien despues de la concentracion y el tratamiento sucesivo por el agua.

Las sustancias que entran en la familia de los silicidos, tienen un gran número de caracteres físicos comunes. Su dureza es casi siempre considerable; un gran número de ellos, rayan el cuarzo que forma parte de ellos, y casi todas las otras rayan, ó desgastan el vidrio; solo algunas son susceptibles de ser rayadas por una punta de acero; un corto número se dejan rayar por la uña, lo cual se verifica á veces, sino en las variedades desagregadas en estado terroso.

Estas sustancias nunca presentan lustre metálico, sino casi siempre lustre vítreo á lo menos en las variedades cristalinas; hay muchas blancas, pero otras presentan diferentes tintas verdes, rojas, azules, ó negras, que se deben á la naturaleza de los óxidos combinados con la sílice. Los colores accidentales, son sumamente variados y debidos ya á mezclas metálicas, ya á mezclas químicas de óxidos ó de silicatos coloreados.

Las especies de esta familia, pertenecen casi únicamente á los terrenos de cristalizacion; es decir, á los depósitos que se llaman terrenos primitivos é intermediarios; á los diferentes depósitos amigdaloideos, y á los terrenos de orígen evidentemente ígneo. Hay algunos que constituyen por sí solos, rocas simples en capas ó en masas mas ó menos considerables; otros entran como partes esenciales de las rocas compuestas; pero la mayor parte se hallan diseminados en las rocas cristalinas, ó en núcleos en las amigdaloides y en los basaltos; conviene observar que estas últimas, pertenecen comunmente á silicatos hidratados que tienen entre sí, las mayores analogías por los caracteres exteriores. Fuera de estos depósitos no se encuentra mas que un corto número de estas materias, ya en los criaderos metalíferos, ya en algunas partes de los terrenos secundarios donde por otra parte son muy raros. En los terrenos terciarios desaparecen ó por lo menos no se encuentran mas que fragmentos rodados y fuera de su criadero ordinario. En general, solo la sílice pura se encuentra con bastante frecuencia fuera de los depósitos de cristalizacion, y aun en estos se halla mas bien en estado de pedernal, que en estado cristalino.

A la familia de los silicidos, pertenecen la mayor parte de las piedras que se usan en la joyería, á excepcion del diamante, del corindon (rubí, zafiro) la espinela y el topacio. Hay algunas que son de muy alto precio, tal como la esmeralda del Perú, algunas

variedades de granate almandino, la cimófana etc., y otras que son de poco valor, y se usan solo para adornos de mediano órden.

La familia de los silicidos no ofrece mas que la sílice pura ó hidratada, y los silicatos cuyas especies sumamente numerosas, realizan en cierto modo todas las combinaciones atómicas imaginables, en sales simples, en sales dobles, y en sustancias isomorfas.

PRIMER GÉNERO.—SÍLICE.

Este género comprende sustancias infusibles cuando estan solas, insolubles en los ácidos y fusibles con los álcalis caústicos. La disolucion subsiguiente privada de sílice, no precipita nada ó casi nada, por los reactivos, cuando la materia es mineralógicamente pura.

PRIMERA ESPECIE.—CUARZO.

(*A. Cuarzo hialino, Cristal de roca, etc.*)

Es una sustancia hialina, que no blanquea al fuego ni da agua por la calcinacion. Cristaliza en el sistema romboédrico y principalmente en prisma exágono regular, terminado por dos pirámides, ó en dodecaedros bipiramidales de caras triangulares isósceles. Los cristales pueden derivarse todos de un romboedro obtuso, cuyas caras se hallan inclinadas entre sí, 94° 15′ y 85° 45′. Posee la doble refraccion en un eje atractivo, y ademas una especie de polarizacion particular paralelamente al eje. Su color es naturalmente blanco, pero varía accidentalmente de todas maneras por la mezcla con sustancias extrañas, su peso específico es, 2,654; raya fuertemente el vidrio; toma bastante fácilmente por el frotamiento la electricidad positiva en las variedades puras y homogéneas, pero conserva poco tiempo la virtud eléctrica; da una luz fosfórica por el frotamiento recíproco de dos pedazos; despide un olor particular por el frotamiento ó la percusion, y produce al tacto una impresion de frio bastante marcada y suficiente para distinguir siempre el cuarzo, de los cristales artificiales, y de varios silicatos hialinos naturales. Se compone de un átomo de silicio y tres de oxígeno, ó sea en peso

Oxígeno.	51,95
Silicio.	48,05
	100,00

Las principales análisis directas de esta sustancia, han dado los resultados siguientes:

		Sílice.	Alúmina.	Cal.	Protóxido de hierro.	Peróxido de hierro.	Oxido rojo de manganeso.	Magnesia.	Pérdida.	Agua.
Cuarzo por Bucholz. . .	(1)	99,375	vestigios.							
Amatista por Rose. . . .	(2)	97, 50	0,25	. . .	. . .	0,50	0, 25	. .	. . .	1,50
—Ferruginoso amarillo por Beudant.	(3)	88, 31	. . .	vestigios.	. . .	9,77	vestigios.	. .	. . .	2,92
—Ferruginoso rojo por Berzelius.	(4)	90	vestigios.	. . .	. . .	3,99	y cal 5, 15	. .	0,86	
—Ferruginoso rojo por Bucholz.	(5)	76, 80	0,25	. . .	. . .	21,66		. .	. . .	1
—Ferruginoso rojo de Schemnitz por Beudant.	(6)	85, 13	0,35	. . .	. . .	14,14	0, 17	. .	0,21	
—Prase por Beudant. .	(7)	95, 25	0,41	1,00	2,66	. . .		0,67	0,01	
—Id. por el mismo. . .	(8)	94, 84	0,47	. . .	3,64	. . .		. .	. . .	1,05

Se vé por estos resultados que el cuarzo puro contiene pocas materias extrañas; pero que dos cuarzos coloreados contienen óxidos de hierro y de manganeso, unas veces sin agua, otras con agua, y por consiguiente en el estado de hidrato. El óxido rojo de hierro existe muy abundante y da opacidad á la masa en las variedades ferruginosas rojas, y el mismo óxido en estado de hidrato, (3.ª análisis) colora y opacifica las variedades ferruginosas amarillas. En las variedades designadas bajo el nombre de prase, existe unas veces la actinota mezclada con tremolita que se encuentra ser el principio colorante; otras veces los alumino-silicatos de protóxido de hierro; en efecto, en la análisis (7.ª) se encuentra formado de 7 de actinota y 2,4? de tremolita, despues de lo cual quedan 0,41 de alúmina libre; en la análisis (8.ª) se formaria fácilmente con la alúmina el hierro y el agua, un alumino-silicato como la chamoisita.

Variedades de especie. *Cuarzo cristalizado.* Esta variedad cristaliza rara vez en romboedro; algunas veces en dodecaedro bipiramidal; lo mas comunmente en prisma exágono terminado por pirámide de seis caras, generalmente simple, y algunas veces modificado de diferentes maneras á saber:

1.° Sobre las aristas laterales por dos caras en bisel.

2.° Sobre las aristas de union de las pirámides y del prisma.

3.° Sobre las aristas de la pirámide.

4.° En el ángulo del vértice.

5.° Sobre los ángulos sólidos por una cara igualmente inclinada sobre las caras adyacentes del prisma.

6.° Por una ó varias caras desigualmente inclinadas sobre las caras del prisma oblicuando de derecha á izquierda en ciertos cristales, y de izquierda á derecha en otros.

7.° Por dos caras en cada ángulo sólido: estas son las modificaciones completas de que las anteriores no presentan mas que la mitad.

Cuarzo obliterado. Se presenta en cristales deformados por el ensanche de ciertas caras respecto á otras ú obliterados por estrías transversales que confunden diferentes planos de cristalizacion y dan lugar á variedades fusiformes.

Cuarzo maclado. Forma dos cristales prismáticos ensanchados sobre dos caras opuestas y reunidos por las caras piramidales.

Cuarzo agrupado regular. Se compone de cristales pequeños regularmente proporcionados, reunidos para formar uno mayor de la misma figura, ya bien proporcionado, ya ensanchado ó prolongado. Este cristal es algunas veces muy claro en uno de sus extremos, y presenta en el otro todos los cristales que le componen.

Cuarzo agrupado irregular. Está compuesto de cristales pequeños deformados por el ensanche de algunas caras, reunidos por las caras estrechas y formando placas de biseles, unas veces planos, y otras torcidos.

Cuarzo en bola. Presenta una superficie erizada de puntas piramidales; las bolas se hallan ya aisladas, ya agrupadas. Algunas veces se distinguen dos grandes cristales agrupados por los extremos, y en cuya union se encuentra un número mayor ó menor de cristales mas pequeños.

Cuarzo mamelonado ó botrioideo. Está formado de glóbulos amontonados y dispuestos entre sí de diferentes modos.

Cuarzo muscoideo ó coraloideo. Está compuesto de pequeñas ramas irregulares ó cilindroideas entremezcladas, y presentando en su superficie puntas cristalinas brillantes.

Cuarzo incrustante cristalino. Se presenta sobre cristales de espato fluor, de baritina etc.; algunas veces hay varias capas de incrustacion unas sobre otras, y estan separadas por capas de espato fluor, á veces muy delgadas y que en ciertas circunstancias parecen haber sido separadas posteriormente. Las masas asi formadas, se desencajan algunas veces unas de otras, de manera que una parte presenta en hueco, lo que la otra presenta en relieve. Esta configuracion puede colocarse tambien entre las variedades estratoideas.

Cuarzo seudomórfico. Se encuentra en la calcárea romboédrica y dodecaédrica en el yeso lenticular, en el hierro oligisto, y en el espato fluor octaédrico y cúbico etc.

Cuarzo arenoso aglutinado. Se halla aglutinado por el carbonato de cal en forma de romboedros ó en bolas agrupadas unas sobre otras.

Cuarzo tubuloso. (Fulgurita; astrapialita, tubos fulminarios.) Forma arenas aglutinadas en tubo á consecuencia de una especie de fusion verificada por el rayo que cae en los depósitos arenosos; algunas veces estos tubos se prolongan mucho en el interior de la tierra.

Variedades de estructura. *Cuarzo exfoliable* (raro). Se presenta en masa susceptible de exfoliarse paralelamente á las caras del romboedro de 94°15′.

Cuarzo laminar. Forma una masa que puede separarse en placas mas ó menos gruesas.

Cuarzo estratoideo. 1.° *Poliedrico.* Se observan ciertos cristales en que las capas de crecimiento son visibles, y algunas veces estan separadas por vacíos ó por materias terrosas. Estos crecimientos suelen tambien distinguirse por su mayor ó menor transparencia ó capacidad; lo que se llama *cuarzo en camisa* es un cuarzo cristalizado, cuyo interior es transparente y la superficie opaca y blanca. 2.° *Curvilineo* y algunas veces con capas concéntricas en ciertas formas globulosas. 3.° En *zigzag*. Variedad indicada en el cuarzo incrustante.

Cuarzo bacilar ó fibroso. Presenta fibras gruesas ó finas, paralelas, divergentes y algunas veces entrelazadas.

Cuarzo compacto. Es hialino, rara vez litoideo, diáfano, trasluciente, lechoso ú opaco, blanco ó coloreado.

Cuarzo globuloso. Es un cuarzo compacto, hialino, lleno de cavidades pequeñas que contienen materias gaseosas y líquidas, y algunas veces materías oleaginosas.

Cuarzo entretejido. Es tambien compacto, y en su fractura se observan estrías curvas, cruzadas, mas ó menos salientes, y cuya reunion suele presentar el aspecto de la impresion del dedo.

Cuarzo sacaroideo (raro). Está formado de cristales pequeños amontonados mas ó menos distintos.

Cuarzo granugiento. Se halla formado por una aglutinacion de granos cristalizados ó rodados, grandes ó pequeños, unas veces solos y otras veces mezclados con materias extrañas ó empastados por arcillas. Las variedades formadas de pequeños granos cristalinos muy adherentes entre sí, son designadas con los nombre de *cuarzita* y *cuarzfels*, y las que se puede suponer que son el resultado de la agregacion de granos rodados, se designan mas particularmente con el nombre de grés. Pasan de una á otra por todas las gradaciones, y las primeras pasan al cuarzo compacto ópalo.

Cuarzo esquistoso. Se compone de hojas mas ó menos gruesas de cuarzo compacto ó granugiento separadas por un barniz de materia micacea.

Cuarzo cortado. Tiene la apariencia de un cuerpo partido en todos sentidos por un instrumento cortante. Esta variedad es probablemente producida por depósitos formados en las hendiduras de una materia rajada por la desecacion.

Cuarzo celular ó cariado. Es una materia hialina llena de cavidades separadas por tabiques muy delgados y constituyendo una masa esponjosa muy ligera. En algunos casos las cavidades son regulares y se deben indudablemente á cristales de diferentes sustancias minerales que han sido destruidas.

Cuarzo arenoso. Se presenta en granos movibles ó ligeramente aglutinados, ya puro, ya micáceo, arcilloso, ferruginoso etc.

Variedades de color. El cuarzo es naturalmente incoloro en su estado de pureza; pero cuando está manchado por diferentes materias, presenta un gran número de colores; se distinguen claramente dos clases de mezclas: las mezclas mecánicas que producen siempre mas ó menos opacidad, y las mezclas químicas que dejan subsistir la transparencia.

1.° Mezcla mecánica. *Cuarzo cloritoso.* Se halla mezclado con materias micáceas verdosas, diseminadas por trozos ó con cierta uniformidad.

Cuarzo argentino. Se halla mezclado con materias micáceas, amarilla ó blanquecina, que reflejan un lustre nacarado ó argentino.

Cuarzo prase. Es un cuarzo de color verde producido por materias fibrosas ó en granos pequeños, de los cuales unos son de actinota y otros de alúmino-silicatos de hierro hidratados.

Cuarzo ferruginoso rojo. Es un cuarzo compacto hialino mezclado con mas ó menos cantidad de pertradas de peróxido de hierro.

Cuarzo hematoideo. (Jacinto de Compostela.) Comunmente es cristalino formando cristales aislados ó agrupados mezclados con arcilla ferruginosa roja.

Cuarzo ferruginoso amarillo. Es compacto ó formado de cristales pequeños acumulados y mezclado con peróxido de hierro hidratado.

2.° Mezcla química. *Cuarzo rósa* (falso rubí.) Presenta una tinta mas ó menos oscura, ya opaca, ya trasluciente y muy pocas veces transparente.

Cuarzo violeta (amatista.) Es de color de violeta mas ó menos oscuro, ya uniforme, ya mezclado por listas paralelas ó por zonas en zigzag con el cuarzo blanco.

Cuarzo azul. Es rara vez transparente, algunas veces trasluciente y aun opaco, y debe su color á una materia azul fibrosa que le acompaña. Hay un verdadero cuarzo azul que ha sido confundido con la cordíerita por no haber hecho el ensayo químico.

Cuarzo amarillo (falso topacio). Es amarillo, verdoso, naranjado etc., de todos los matices.

Cuarzo pardo ó ahumado (topacio ahumado) *y negro*. Debe frecuentemente su color á una materia fugaz ó á una disposicion de partículas, porque este color se pierde por la accion del fuego. En algunos casos el calor hace pasar la tintá parda á amarilla rojiza, y la piedra adquiere mas transparencia.

VARIEDADES DE LUSTRE Y JUEGO DE LUZ. *Cuarzo vítreo*. Todas las variedades son limpias ó coloreadas.

Cuarzo grasiento. Hay una variedad vítrea trasluciente ú opaca, que parece que ha sido frotada con aceite, y que á veces es hasta suave al tacto.

Cuarzo mate. La mayor parte de las variedades opacas compactas ó granugientas.

Cuarzo cambiante. Se llama asi al que despide reflejos blanquecinos, rojizos ó verdosos, sedosos, sobre un fondo trasluciente de diferentes colores. Estos cambiantes parece que son á veces producidos por la interposicion de algunas de las materias fibrosas designadas con el nombre de arbesto; pero hay variedades en que no se puede reconocer materia alguna extraña y que parecen mas simplemente cuarzos fibrosos de fibras muy finas.

Cuarzo opalizante (falso ópalo). Estas son las variedades traslucientes lechosas con reflejos análogos á las anteriores, siempre algo rojizos, pero sin brillo sedoso; se distinguen frecuentemente materias extrañas diseminadas en estas variedades.

Cuarzo irizado. Por descomposicion de la luz, en sus hendiduras; es una variedad enteramente artificial.

Cuarzo aventurinado. El que presenta puntos brillantes sobre un fondo blanco, verdoso ó pardo rojizo. Se deben distinguir dos variedades; una cuyos puntos brillantes son debidos á una accion de la luz sobre los granos de cuarzo de que se compone la masa, y otra que depende de la presencia de las pajitas de materia micácea sobre que se refleja la luz.

VARIEDADES DE OLOR. *Cuarzo fétido*. Cuarzo de olor aliáceo que se manifiesta por frotamiento ó percusion y que se pierde por la exposicion al aire ó al fuego.

B. CALCEDONIA. (*Cornerina, sardónica agata, pedernal jaspe*, etc.) Es una sustancia mas bien litoidea que hialina, que blanquea al fuego sin desprender agua. Sus cristales son muy raros, y forman un romboedro de 94°15' y 75°45'. No da señales de doble refraccion, aun en las partes mas traslucientes talladas en láminas delgadas. Su color es naturalmente blanco, pero varia mucho por las mezclas. Su peso específico es de 2,6 á 2,7; su dureza suele ser mayor que la del cuarzo hialino; la tenacidad es tambien mayor, de manera que la sustancia da fuego mas fácilmente que el cuarzo hialino. Todos los demás caracteres son semejantes á los del cuarzo hialino: los análisis han dado los resultados siguientes:

	SÍLICE.	ALÚMINA.	CAL.	ÓXIDO DE HIERRO.	AGUA Ó SUSTANCIA VOLÁTIL.
Pedernal, por Klaproth.	93,00	0,28	0,50	0,25	1,00
Id. por Vanquelin.	86,42		9,88	1,23	
Cornerina, por Bindhein. . . .	94,00	3,50	. . .	0,75	
Heliotropo, por Brandes. . . .	96,25	0,83	. . .	1,25	1,05
Calcedonia resinoidea, por Beudant.	96,11	. . .	. . .	0,82	3,07
Calcedonia calcífera, por el mismo.	91,00	. . .	8,97	0,03	
Jaspe amarillo, por el mismo. . .	93,57	0,31	1,05	3,98	1,09

Por donde se ve que la sílice domina en estas sustancias y que hay tambien mezclas de diferentes materias de carbonato de cal, de hidróxido de hierro, etc. El exámen mineralógico de diferentes variedades de jaspe, conduce á admitir otras muchas mezclas como de clorita, de materia micácea, de tierra verde, de actinota, etc., que seria útil verificar por la análisis.

VARIEDADES DE LA ESPECIE. *Calcedonia cristalizada*. Se presenta en romboedros ordinariamente azules y aglomerados en placas mas ó menos gruesas.

Calcedonia reniforme. Se presenta en riñones mas ó menos voluminosos, ya macizos ya huecos, cuyo interior está tapizado de cuarzo hialino, de estalactitas de calcedonia ó bien llenos de materia terrosa, de agua, de azufre pulverulento, etc.

Calcedonia incrustante. Se presenta en película sobre cristales de cuarzo prismático agrupado entre sí.

Calcedonia seudomórfica. Se halla sustituida á cristales de calcárea, á maderas ó á madréporas, cuyo tejido conserva ó bien amoldada en cavidades de conchas de equinidos, etc.

Calcedonia compacta. Es trasluciente de fractura cerca como la ágata, sardónica y cornerina; de fractura concoidea y astillosa como el pedernal, plasma, etc., y opaca, de fractura plana y lustre grasiento ó resinoso, como el pedernal córneo ó keratita parte compacta de las piedras molares.

Calcedonia celular ó cariada. (Piedra molar, pedernal molar), llena de cavidades irregulares.

Calcedonia estratoidea (ágata ónice). Está formada de capas planas curvilíneas ó concéntricas de diferentes tintas, y de diferentes grados de finura ó transparencia.

Calcedonia organoidea. Presenta la estructura de la madera, de las madréporas, etc.,

Colcedonia entretejida. Presenta por refraccion estrías unduladas y cruzadas.

Calcedonia anubarrada. Presenta por refraccion undulaciones análogas á nubes que se manifiestan por una opacidad mayor.

VARIEDADES DE COLOR. Calcedonia incolora; mas ó menos trasluciente.

Calcedonia amarilla ó rojiza (sardónica).

Calcedonia azulada (zafirina). *Violada ó verdosa*.

Calcedonia verde manzana. (Crisoprasa), coloreada por el óxido de niquel.

Calcedonia roja (cornerina), *rosada, gris, parda ó negra*; los matices son muy variados en todos los colores.

Calcedonia herborizada, con dendritas negras ó rojas.

Calcedonia jaspeada, puntuada, listada, zonaria ó ruiniforme (piedra de Egipto).

VARIEDADES POR MEZCLA. *Calcedonia jaspe*. Es opaca simple ó listada, jaspeada, etc., producida por mez-

cla de peróxido ó hidróxido de hierro. (*Jaspe rosa* y *amarillo*); por mezcla de clorita, de tierra verde, de dialaga (*jaspe verde, heliotropio*, etc.), ya uniforme, ya sembradas de puntos rojos (*jaspe sanguineo*); por mezcla de arcilla (*jaspes mates de diferentes clases*), ó de materias terrosas, ya uniformemente diseminadas, ya colocadas por paquetes ó por filamentos en la calcedonia trasluciente (*ágata musgosa*).

Calcedonia cuarcífera. Variedad de la crisoprasa en que se distinguen venas de cuarzo hialino, que se funden insensiblemente en la Calcedonia.

Calcedonia opalífera ó resinoidea. Se halla mezclada con hidrato de sílice, lo cual se reconoce por la presencia de cierta cantidad de agua que da á la masa un lustre resinoideo intermedio entre el lustre ordinario de la calcedonia y el resinoso del ópalo.

Calcedonia calcífera. Se halla mezclada con carbonato de cal que la da opacidad y mas ó menos fusibilidad.

VARIEDADES POR DESCOMPOSICION. *Calcedona cacholong.* Es de color blanco mate, se pega á la lengua, y es mas ó menos terrosa. Algunas veces forma nidos enteramente compuestos de esta manera, y otras es solo la superficie de los riñones la que se halla alterada.

C. SÍLICE EN ESTADO TERREO. *Sílice nectica.* Es una materia de estructura floja, muy ligera y capaz de sobrenadar en el agua.

Sílice pulverulenta. Se presnta en polvo mas ó menos seceo al tacto.

DEPÓSITOS DEL CUARZO.

El cuarzo hialino cristalizado pertenece á todos los terrenos desde los mas antiguos hasta en cierto modo los mas modernos; pero se encuentra en mayor abun dancia en los depósitos de cristalizacion primitivos é intermediarios. Tapiza entonces grandes filones que forma por sí solo ó grandes cavidades subterráneas que se llaman unas y otras, bolsas ú hornos de cristales. Se encuentra tambien en los criaderos metalíferos, pero rara vez son tan buenos cristales como en el primer caso. En los terrenos secundarios y terciarios no se ve mas casi que cristales pequeños que tapizan, en diferentes puntos las hendiduras de pequeñas cavidades ó bien las geodas de calcedona que se encuentran en los depósitos de amigdalóides.

Hemos visto que el cuarzo se encuentra diseminado en cristales grandes en las rocas designadas con el nombre de pegmatita; igualmente se encuentra diseminado en casi todas las rocas compuestas, pero particularmente en las rocas porfídicas. Existe tambien en este estado en las rocas calcáreas en riñones de esta misma sustancia dispersos en margas ó en materias arcillosas, en el yeso secundario donde forma cristales aislados ó pequeños grupos calcitropoideos de la variedad hematoidea.

El cuarzo cristalizado es muy raro en los terrenos de orígen igneo; sin embargo se encuentra en los traquitos propiamente dichos en nidos pequeños, en cristales aislados y mas particularmente en las rocas de los terrenos que hemos designado con el nombre de pórfido molar, tambien se conoce en el basalto y aun en las lavas modernas.

Las diferentes variedades en pequeña parte, no tienen por lo general otros depósitos; únicamente hay algunas localidades nombradas por la belleza de los ejemplares. Por ejemplo, las mejores variedades de amatista, vienen de las Indias y se han traido muchas del Brasil, son generalmente pálidas, y su tinte es poco uniforme; los filones de Méjico ofrecen algunas muy hermosas. En Europa se citan diferentes localidades de Sajonia, de Bohemia, de Hungría, de Transilvania, de Inglaterra, de España, del Palatinado, de Francia, etc. La mayor parte de las variedades amarilla y verdosa que se encuentran talladas en el comercio, vienen del Brasil. El cuarzo aventurinado apenas se encuentra mas que en cantos rodados; se le cita cristalizado en Ceylan.

Hemos visto que el cuarzo hialino, es una parte constitutiva esencial de diferentes rocas compuestas que forman grandes masas en la superficie de la tierra; que constituye tambien por sí solo, grandes capas donde se halla ya en estado vítreo, ya compacto ó granoso, en los terrenos primitivos é intermediarios. En cuanto á las variedades arenosas mas ó menos agregadas se encuentra en los terrenos secundarios y terciarios, y forman frecuentemente en ellos depósitos considerables, ya entre las hiladas calcáreas, ya en la parte superior de las diferentes formaciones en las localidades donde no estan cubiertas.

Si los terrenos de cristalizacion, primitivos é intermediarios son los depósitos especiales de cuarzo hialino, los terrenos secundarios y terciarios lo son en general del cuarzo calcedonia. Estas modificaciones de la sílice se encuentran sin embargo en filones mas ó menos gruesos en los terrenos de cristalizacion, y aun algunas veces capas que se repiten en un mismo lugar formando colinas mas ó menos considerables; tales son las calcedonias jaspes. Las calcedonias traslucientes y estratoideas dotadas de diferentes tintas, se encuentran particularmente en riñones mas ó menos voluminosos en las amigdaloides de las diferentes épocas de formacion y en las dioritas porfídicas é intermediarias.

Las variedades opacas que se llaman mas particularmente pedernal, se encuentran en riñones en las rocas de los terrenos traquíticos, pero en cortas cantidades en todos los depósitos de las calizas secundarias; son abundantes, sobre todo, en la creta donde los riñones se hallan dispuestos por lechos horizontales que se repiten á diferentes alturas y algunas veces se extienden bastante horizontalmente uniéndose los unos á los otros para representar en cierto modo capas pequeñas. En las margas de formacion terciaria, se encuentran las calcedonias calcíferas.

En los depósitos en medio de las calizas, el pedernal contiene frecuentemente, restos orgánicos, conchas, y particularmente madréporas.

USOS DEL CUARZO.

El cuarzo en rocas y mas particularmente en las variedades esquistosas, se usa como piedras de construccion en los paises de montañas primitivas é intermediarias; los cuarzos granugientos y las arenas cuarzosas agregadas, se usan igualmente en los paises secundarios, y aun ciertas variedades que pueden ser labradas fácilmente se aplican con ventaja á la arquitectura; las arenas cuarzosas ó grés sirven para mezclarse con la cal y formar las argamasas. Hemos visto que se usan, ya los cuarzos compactos, que en tal caso tienen que ser quebrantados, ya los grés puros, ya en fin, el pedernal calcinado para el vidriado y cristalería; que se usan los grés para las piedras de afilar instrumentos y aun para labrar las piedras duras; que estos mismos grés ó las arenas cuarzosas, servian para preparar diferentes materias al pulimento, etc.

Tambien hemos hecho notar el uso del pedernal molar para la construccion de piedras de molino.

El cuarzo hialino puro, se ha usado en otro tiempo como un objeto de lujo; de él se hacian copas, entre las cuales, las mayores que se han citado, tenian un pié de diámetro por otro tanto próximamente de altura, vasos, cubiletes, cajas, arañas, etc., que tenian un precio muy elevado á causa de la dureza de la piedra, la cual se labraba entonces con mucha dificultad, hubo fábricas de estos objetos en Milan, Brian-

zon, y otros puntos y se traian tambien de la India y de la China.

Este género de lujo, cayó en desuso, desde que se inventó el cristal; porque reemplazó al cristal de roca, que es al mismo tiempo mas claro, mas brillante y mas fácil de trabajar y no se talla ya el cuarzo sino rara vez para estos diferentes objetos.

En la actualidad se usa el cuarzo claro para cristales de anteojos que tienen la gran ventaja de no rayarse; pero es preciso entonces que las láminas se tomen perpendicularmente al eje de cristalizacion á causa de la doble refraccion de la sustancia que determina una segunda imágen mas ó menos distinta del objeto que incomoda mucho á la vision; por otra parte esta doble refraccion ha hecho usar el cuarzo para hacer micrómetros de doble imágen que sirven en diferentes instrumentos de óptica.

El amatista se ha usado tambien para formar copas y vasos diferentes ó en columnas pequeñas y en embutidos, sobre todo, cuando mezclado con cuarzo blanco produce dibujos en zigzag; todavía se trabaja aunque rara vez para objetos semejantes, asi como el cuarzo rosa. En general los cuarzos coloreados se trabajan en sellos, en anillos, en piedras de facetas, que se montan en diademas, collares, sortijas, etc.; entonces se emplea particularmente el amatista que es una variedad preciosa de bastante valor cuando su tinte es bueno; se usan tambien cuarzos de color amarillo mas ó menos aluminado, cuarzo aventurinado, que tambien se estima cuando es de buen efecto, y en fin, las variedades opalizante y cambiante; esta última es muy cara, cuando la piedra es grande y hermosa.

Las diferentes variedades de calcedonia, se usan tambien para hacer copas, cajas de tabaco, pedestales y sellos. La sardónica, la cornerina, las ágatas herborizadas se usan en piedras montadas de diferentes clases, y hay variedades que son muy estimadas. La calcedonia crisoprasa hace muy buen efecto en adornos con cerquillos de perlas ó de diamantes pequeños. Las calcedonias ónices han sido muy usadas por los antiguos para camafeos y se estiman todavía mucho para este uso.

II. ESPECIE. — ÓPALO

El ópalo es una sustancia unas veces hialina, y otras litoidea, que blanquea al fuego y da siempre agua por la calcinacion. No da señales de cristalizacion ni de doble refraccion; es naturalmente incoloro, pero puede ofrecer muchos colores diferentes por las mezclas y juegos de luz muy vivos. Su peso específico es de 2,11 á 2,35. Raya el vidrio, pero tiene poca tenacidad y difícilmente da chispas con el eslabon. La impresion de frio que produce es mucho menos sensible que en el cuarzo: los demás caracteres son idénticos á los de esta especie.

Se compone de hidrato de sílice, cuyas proporciones no estan bien determinadas. Las análisis han dado los resultados siguientes:

		Sílice.	Agua.	Peróxido de hierro.	Alúmina.	Cal.
Opalo hialita de Fankfort, por Bucholz.	(1)	92,00	6,33			
Opalo hialita de Hungría, por Beudant.	(2)	91,32	8,68			
Opalo noble de Hungría, por Klaproth.	(3)	90,00	10,00			
Opalo de fuego de Méjico, por el mismo.	(4)	92,00	7,75	0,25		
Opalo comun de Hungría, por el mismo.	(5)	93,50	5,00	1,00		
Opalo jiloideo, por R. Brandes.	(6)	93,00	6,125	0,375	0,125	
				Protóxido de hierro.	sub-sulfuro de hierro.	
Opalo de Quegstein en las siete montañas, por el mismo.	(7)	86,00	9,968	2,540	0,032	
Semi-ópalo de Moravia, por Klaproth.	(8)	85,00	8,00	1,75	3,00	
Opalo melinita de París, por Klaproth.	(9)	85,5	11,00	0,50	1,00	0,50
Opalo ferruginoso de Hungría, por el mismo.	(10)	43,50	7,50	47,00		
Opalo de Jaszhaba en Hungría, por Beudant.	(11)	47,81	13,17	38,09	0,93	

Se ve por estas análisis que existe agua en todas las variedades, lo cual hace creer que el ópalo es verdaderamente un hidrato de sílice, porque seria muy difícil admitir que el agua higrométrica se conservara constantemente en piedras que se hallan desde hace mucho tiempo en las colecciones; por otra parte, todas las piedras que contienen agua interpuesta, la pierden por la exposicion de su polvo á un aire seco durante algun tiempo, y con el ópalo no sucede asi; finalmente, no hay mas razon para admitir aquí el agua interpuesta, que en otras muchas sustancias que todo el mundo considera como hidratos. A la verdad, la cantidad de agua es un poco variable; sin embargo, las análisis 2, 3, 7, 8 y 9 concuerdan bastante y podrian hacer creer que el ópalo es un hidrato de sílice, compuesto en peso de las proporciones siguientes:

Agua.	9,04
Sílice.	90,96
	100,000

La análisis de Beudant (11) concuerda sensiblemente con la misma fórmula, admitiendo que el peróxido de hierro es en estado de hidrato, el que constituye el ocre amarillo.

En las otras análisis, la cantidad de agua es un poco mas pequeña, lo que puede suscitar alguna duda sobre la fórmula que nosotros hemos admitido; mas por una parte seria posible que el ópalo estuviera algunas veces mezclado con calcedonia, porque en los mismos sitios existe frecuentemente la verdadera calcedonia, y aun se encuentran muchos tránsitos entre las dos sustancias. Por otra parte, podria muy bien suceder que hubiera dos especies de hidrato de sílice, porque la composicion que diera las proporcione.

Agua.	6,10
Sílice.	93,90
	100,00

estaria de acuerdo con las análisis 1, 4, 5, y 6, y

con otra análisis hecha de una especie de ópalo opaca y blanca de Castella-Monte, en la cual se ha encontrado

Sílice.	93,2
Agua.	6,1
Magnesia.	0,3
Cal.	0,4
	100,0

Cremos poder admitir que las variedades de ópalo opacas y poco coloreadas, contienen menos agua que las variedades claras; estas últimas, en diferentes ensayos que se han hecho, solo por calcinacion han dado de 8 á 10 por 100 de pérdida que se puede considerar como agua, y las otras no han dado sino de 5 á 7. Debemos observar que siempre se ha sacado agua de varios ejemplares de la especie de materia silícea, blanca y tierna que se considera como ópalo alterado; y que nunca se ha obtenido menos de 5 por 100, ni mas de 7. Haremos ver que no siempre se puede considerar estas materias blandas, como resultados de alteracion, y por esto se puede creer que sean hidratos particulares; el tiempo dará los medios de apreciar estos diferentes resultados.

Debemos añadir aun algunos análisis que podrian quizá, indicar una tercera combinacion de sílice y de agua, á saber: 1.° Análisis de una sustancia limpia llamada *wasser ópal*, (ópalo de agua) por Schmitz, que proviene de Pfaffenreith, en la comarca de Passou, y que se encuentra en pequeños nidos en el grafito. 2.° La análisis de una sustancia terrosa de la Isla de Francia, que se ha llamado *Kieselguhr* y que se ha hecho por Klaproth: estas materias han dado:

Wasser-ópal.

Sílice.	63,91	
Agua.	34,84	
Oxido de hierro.		indicios
Alúmina.		indicios
Cal.		indicios

Kieselguhr.

Sílice.	72,00
Agua.	21,00
Alúmina.	2,50
Oxido de hierro.	2,50

Variedades de la especie ópalo estalactítico ó mamelonado. Las mas veces limpia ó nacarada (Hialita, amiatita, pelsinter) y algunas opaca, blanca ó coloreada.

Opalo reniforme. Se presenta en riñones, á veces muy voluminosos, ordinariamente coloreado ó muchas veces opaco.

Opalo jiloideo (Holzopal). Tiene la forma y la estructura de la madera; algunas veces es de color amarillo claro, otras casi blanco, y en ciertos casos se divide en fibras como la madera natural alterada.

Opalo incrustante (Geiserita, kieselguhr, toba de Geiser). Se encuentra depositado sobre plantas ó materias terrosas y muchas veces con capas distintas de crecimiento, unas terrosas y otras hialinas.

Opalo semi-gelatinoso. Es rayado fácilmente por la uña, cuando sale de la tierra, en las colecciones suele estar hendida por la desecacion y no se raya sino con un punzon de acero.

Variedades de color, lustre, etc. Opalo diáfano, lechoso, trasluciente y opaco (ópalo comun, halbopal melinita).

Opalo resinoideo. (Pedernal resinita, cuarzo resinita); *ceroideo*, de fractura astillosa. (Wachsopal); *litoideo*, mate y opaco y bastante parecido á ciertos pedernales.

Opalo incoloro, azulado, verdoso, amarillo, (ópalo de fuego cuando es diáfano, y de tinte claro), y *pardo.* Estas variedades son: diáfanas, traslucientes ú opacas.

Opalo irisado. (Opalo noble). Presenta hermosos iris de diferentes colores.

Opalo cambiante (Girasol). Tiene trasparencia lechosa, ó simple traslucidez, cuando es coloreado y hermosos reflejos cambiantes.

Variedades por mezclas. Opalo ferruginoso. (Jaspe ópalo, holzopal, pechstein). Se halla mezclado con una gran cantidad de peróxido de hierro hidratado, que le comunica color amarillo, ó con simple peróxido de hierro que le da color rojo. Estas variedades están algunas veces jaspeadas de blanco, pardo, verde, etc.

Opalo anfiboloso. Generalmente es opaco, algunas veces trasluciente, y lleno de una multitud de puntitos verdes, que parecen de anfibol actinosa.

Opalo calcífero. Se halla mezclado con carbonato de cal, que le vuelve blanquecino, opaco, y mas ó menos fusible.

Variedades alteradas, etc. Opalo hidrófano. Se pega á la lengua y recobra su trasparencia, y aun á veces su traslucidez en el agua; generalmente es producido por descomposicion.

Opalo terroso. Es una materia muy blanda, que se deslie algunas veces en el agua.

Depósitos. El ópalo no pertenece como el cuarzo á todos los terrenos; la mayor parte se halla en las tobas traquíticas, á orillas del Rhin, en Hungría y en Méjico. Las variedades claras é irisadas forman nidos y venas en las partes mas homogéneas de estos depósitos en las que tienen mayor compacidad y han recobrado algunas veces los caracteres porfídicos. Las variedades traslucientes, diferentemente coloreadas, se encuentran mas bien en las perlitas ó en los pórfidos compactos que de ellas dependen. Las variedades jiloidea y ferruginosa pertenecen á restos traquíticos muy alterados. En fin, las variedades mamelonadas parece se hallan en las hendiduras de las rocas traquíticas ó basálticas. Las variedades incrustantes entre las cuales se hallan tambien algunas veces las variedades mamelonadas, proceden de fuentes termales ó de solfataras activas ó apagadas.

Aunque los depósitos traquíticos sean en cierto modo los criaderos especiales del ópalo, se encuentra tambien esta sustancia en otros depósitos. Existe en ciertas rocas amigdaloideas ó basálticas que son tambien de orígen evidentemente ígneo; en rocas porfídicas que se refieren á los terrenos intermediarios, y tienen tambien caracteres análogos á los de los depósitos traquíticos. Existen sobre todo las variedades blancas, traslucientes ú opacas en depósitos serpentinosos y dialágicos, algunos de los cuales hemos citado y que se hallan en posiciones particulares que parecerian denotar un orígen ígneo. Se cita en Silesia la hialita en rocas análogas que algunas veces cubren la superficie del cuarzo.

Tambien existen variedades de ópalo en los filones metalíferos; se cita el ópalo de fuego en Méjico y diferentes variedades de ópalos en Sajonia, Bretaña y Cornwall.

Finalmente, diferentes variedades opacas, blancas ó de colores diversos, se encuentran en los terrenos secundarios mas modernos y en los terrenos terciarios. Se cita en los depósitos de lignito y existe en gran cantidad en las capas de marga de las formaciones terciarias.

FORMACION DEL ÓPALO.

La ausencia de toda cristalizacion en la mayor parte de las variedades de calcedonia y en todas las variedades del ópalo, la disposicion de estas materias en

riñones en el seno de la tierra, su aspecto particular han hecho pensar desde hace mucho tiempo, que no se habian formado por vía de cristalizacion como el cuarzo, sino que eran el resultado de depósitos gelatinosos. No sabemos qué se debe creer respecto á la calcedonia, pero en cuanto al ópalo, paréce evidente que ciertas variedades han sido producidas de esta manera. En efecto, se han encontrado en Hungría en dos localidades distintas y en el depósito ordinario de los ópalos, nidos de materia blanda, untuosa, que se cortaba como una pasta blanda, y que podian absorber el agua y amasarse entre los dedos. Estas materias se han endurecido en las colecciones y al mismo tiempo se han resquebrajado, precisamente como los precipitados gelatinosos que se dejan secar. Uno de los ejemplares que parecia el mas notable por su aspecto gelatinoso, y que experimentó mayor contraccion en la coleccion, perdió 10 por 100, se volvió á resquebrajar y tomó aun mayor dureza cuando se le volvió á exponer al aire despues de tres años, esta pérdida se efectuó en el espacio de un mes, y durante seis meses, que la materia estuvo despues expuesta al aire, no perdió nada; un análisis posterior ha dado los resultados siguientes:

Sílice.	90,80
Agua.	6,03
Alúmina y peróxido de hierro con indicios de cal. . . .	3,17
	100,00

Por consiguiente es la misma materia que los ópalos opacos que se puede considerar que en un principio se ha hallado en el mismo estado gelatinoso.

Este hecho y otros análogos parece que deben probar que algunas variedades de ópalo, sobre todo las opacas, no son mas que precipitados gelatinosos; pero no se puede decir lo mismo de la calcedonia ni de las demás variedades de ópalo; parece por el contrario que las variedades estalactíticas y mamelonadas, deben para haber tomado estas formas, haberse encontrado en verdadera disolucion; es tambien difícil imaginar que las variedades jiloideas hayan podido formarse por precipitados gelatinosos, y parece que para sustituirse al cuerpo orgánico, es necesario que la materia se halle en disolucion, y se deposite por una especie de cristalizacion confusa.

Usos. El ópalo no se usa sino para la joyería; se usan las variedades irisadas, y algunas veces la variedad amarilla de reflejos rojos, llamada ópalo de fuego.

II GÉNERO.—SILICATOS.

PRIMERA DIVISION.

(*Silicatos de alúmina ó de sus isomorfos.*

Los minerales comprendidos en este género, son sustancias, ya solubles, ya insolubles en los ácidos, que entran siempre en fusion con los álcalis, el carbonato de barita, etc. Su disolucion privada de sílice, da por el amoniaco un precipitado abundante, atacable por la disolucion de sosa. El resíduo del tratamiento por la sosa á veces nulo, es otras veces abundante, y contiene en algunos casos una gran cantidad de peróxido de hierro, que reemplaza á la alúmina en todo ó en parte, ó bien bases de un átomo de oxígeno.

PRIMERA ESPECIE.—ESTAUROTIDA.

(*Cruzezita, Granatita, Piedra de cruz, Chorlo cruciformo, Estaurolita*).

Es una sustancia cristalizada en prismas romboidales de 129° 20′ y 50° 40′, cuya altura es al lado de la base poco mas ó menos como 4 á 3. Su peso específico es de 3,2 á 3,9. Raya el cuarzo, pero es rayado por el topacio. Su color es rojo, con mas ó menos trasluciadez, ó pardo, negruzco y opaco. Es infusible ó se funde difícilmente en una escoria negra.

Su composicion segun Berzelius, se expresa por $(A^1, F^1)\ Si$. No sabemos si es á consecuencia de nuevas análisis; pero las antiguas, poco acordes entre sí, no pueden producir esta fórmula.

Estaur tida cristalizada. Se encuentra en prismas romboidales rectos, ya simples, ya modificados por una cara sobre las aristas laterales agudas, algunas veces con una modificacion en su ángulo sólido obtuso.

Estaurotida cruciforme. Se compone de cuatro cristales reunidos, unas veces en ángulo recto, otras oblicuamente.

Estaurotida cilindroide. En cristales embotados, implantados fuertemente en gangas de esquisto arcilloso, y apenas distintos de la roca.

YACIMIENTO. Como hemos dicho, la estaurotida no se ha encontrado aun mas que diseminada, unas veces en el micasquisto, otras en el esquisto arcilloso. En algunos casos los cristales se desprenden de estas rocas, y se acumulan en las tierras ó en las orillas de los arroyos. En todas partes esta sustancia está acompañada de granates: en San Gotardo existe al mismo tiempo con la disthena, á la que parece imitar en la relacion de composicion.

II ESPECIE.—DISTHENA.

(*Cyanita, Rhetitzit, Sappara, Sapparita, Chorlo azul*).

Es sustancia en cristales fácilmente exfoliables en un sentido, y derivados de un prisma oblicuo, de base de paralelógramo oblicuángulo de 106° 15′ y 73° 45′. Inclinacion de la base sobre las caras laterales 100° 50′, 79° 10′ y 93° 15′, 86° 45′ ?. Su color es naturalmente blanco, mas frecuentemente azulado, y de ahí el nombre de cyanita; algunas veces rojizo, amarillento por efecto de las mezclas. Su peso específico es 3,50: raya el vidrio, pero es rayado por un punzon de acero siguiendo las estrías de exfoliacion. Es infusible al soplete y blanquea á un fuego vivo.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^2\ Si$, segun las análisis siguientes:

Distena blanca de Zillerthal por Beudant.

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice. . . .	31,6	16,416	1
Alúmina . .	67,8	31,667	2
Cal.	0,2	0,056	»
Potasa . . .	0,2	0,034 indicios de ácido fluórico.	

Distena por Arfvedson.

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	36	18,70	1 ?
Alúmina.	64	29,89	2

Distena cristalizada. Se presenta en prismas ordinariamente bastante anchos de ocho caras, terminados rara vez por modificaciones sobre las aristas de las bases.

Distena bacilar ó fibrosa. Se presenta en cristales

aglomerados, ya rectos, ya curvos, rara vez paralelos.

Distena laminar. Se presenta en láminas mas ó menos gruesas, susceptibles de subdivisiones.

Depósitos. Se halla diseminada en las rocas de micasquisto, algunas veces en las hialomictas, en la caliza granugienta, en las leptinitas esquistosa y granitoidea, y en la pegmatita. Frecuentemente se halla acompañada de estaurotida, de granate, de Turmalina, etc., y algunas veces de grafito que le comunica un color gris.

Usos. La distena á causa de su infusibilidad, se usa algunas veces para sostener otros cuerpos en los ensayos al soplete.

III ESPECIE.—SILIMANITA.

Es una sustancia gris ó parda bastante brillante; se presenta en prismas romboidales oblicuos, cuyos ángulos son de 106° 30′ y 73° 30′; la inclinacion de la base al eje, es de 113°. Su peso específico es 3,41. Raya el cuarzo, y es infusible al soplete.

Su composicion segun Bowen, es la siguiente:

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	42,666	22,16	1
Alúmina.	54,111	25,27	1
Oxido de hierro. .	1,999		
Agua.	0,510		

lo cual conduce á la fórmula *A Si*, quedando sin embargo una corta cantidad de alúmina en exceso.

Silimanita cristalizada. Se presenta en prismas romboidales modificados sobre las aristas agudas.

Silimanita cilindroidea. Presenta los mismos prismas obliterados, agrupados unos al lado de otros.

Depósitos. Este mineral no se ha encontrado sino en una localidad, en una vena de cuarzo que atraviesa el gneiss, cerca de Saybrook en el Connecticut.

APENDICE.

Kaolin (*arcilla de porcelana*). Es una materia terrosa, muy blanda, ordinariamente blanca, algunas veces amarillenta ó agrisada, infusible al soplete, y cuyo peso específico es de 2,21. Esta materia procede evidentemente de la descomposicion del feldspato de diferentes especies; pero segun las observaciones de Berthier, no solo es la potasa la que ha sido separada por esta descomposicion, como se habia creido mucho tiempo, sino tambien la sílice, y entonces la alúmina se halla en mayor proporcion que en los feldspatos. Queda despues de la descomposicion un silicato que se aproxima mas ó menos á la fórmula *A Si*; pero como la materia terrosa contiene casi siempre feldspatos no alterados y granos de cuarzo, de mica, etc., las análisis son muy variables.

La *bucholzita* parecia ser un simple silicato de alúmina segun la análisis de Brandes, y por consiguiente deberia ser colocada cerca de la silimanita, á menos que no se descubriera una cantidad mayor de potasa, lo cual la colocaria entre los silicatos dobles, y quizá cerca de la andalusita, con la cual tiene tambien cierta analogía por los caracteres exteriores. La análisis de Brandes, presenta las cantidades siguientes:

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice..	46	23,89	1
Alúmina.	50	23,35	1
Potasa.	1,50	0,35	
Oxido de hierro..	2,00		

se encuentra en el Tirol, en los mismos depósitos que la andalusita.

La *fibrolita* parece tener alguna analogía con la bucholzita, aun cuando un análisis no muy seguro haya dado por resultados

Sílice..	33
Alúmina.	58
Oxido de hierro.. . . . :	0,75

IV ESPECIE.—EUCLASA.

(Que se quiebra fácilmente).

Es una sustancia cristalina, que se exfolia muy fácilmente en un sentido. Sus cristales se derivan de un prisma oblicuo rectangular, y cuya base está inclinada 131° 49′ sobre las facetas laterales. Su peso específico es 3,6. Raya el cuarzo: es muy fácilmente eléctrico, y conserva por largo tiempo la electricidad. Es fusible al soplete en un esmalte blanco. Su precipitado amoniacal, es atacable por el carbonato de amoniaco; su disolucion no da precipitado ni aun por la sosa en exceso; pero deja despues de la evaporacion y de la calcinacion una materia insoluble. Su composicion, segun la análisis de Mr. Berzelius, es:

		Oxígeno.		Relaciones.
Sílice.	43,22	22,45		1
Alúmina.	30,56	14,27	21,05	1
Glucina	21,78	6,78		
Oxido de estaño .	0,70			
Oxido de hierro. .	2,22			

Se sabe que la glucina tiene la mayor analogía con la alúmina por todos sus caracteres químicos, y como tiene el mismo grado de oxidacion, se deduce muy probablemente que estas dos tierras son isomorfas. Segun esto se ve por la análisis, que la euclasa se refiere á la fórmula (*A*, *G*) *Si*, fórmula que parece mas exacta que la admitida por Berzelius 2 *A S*+*G S*.

Fuera de la presencia de la glucina, hay como se ve identidad de fórmula entre la euclasa y la silimanita, y es bastante notable que esta última es igualmente susceptible de una exfoliacion muy marcada en un sentido, y cristaliza en prisma oblicuo.

Euclasa cristalizada. Se presenta en prismas de varias caras, formadas de facetas que pertenecen á diferentes prismas romboidales, terminados por diferentes modificaciones á veces muy complicadas.

Depósito. Se encuentra en las hialomictas esquistoideas de Minas-Geraes, en el Brasil, y en los fragmentos de estas rocas.

V ESPECIE.—COLIRITA.

(Alúmina hidratada, Aluminita).

Es una sustancia homogénea parecida á la goma ú opalina, mas ó menos trasluciente; de fractura concoidea, de lustre vítreo-resinoso, que al fuego cae pronto en polvo, y tambien en parte por la exposicion al aire. Es rayada por la uña y toma brillo en sus cortaduras. Es infusible al soplete; da agua por la calcinacion, y es soluble en los ácidos formando gelatina.

Colirita de Schemnitz, por Klaproth.

		Oxígeno.	
Sílice.	14	7,27	1
Alúmina. . . .	44	21,02	3
Agua.	42	37,33	5

Colirita de Esquera, por Berthier.

		Oxígeno.	
Sílice.	15	7,79	1
Alúmina. . . .	44,5	20,78	3
Agua.	40,5	36	5

lo cual conduce á la fórmula $A^5\ Aq^3\ Si = A^5\ Si + 5\ Aq$.

Se encuentra en pequeños filones en las grietas porfídicas de Schemnitz en Hungría y en los trabajos de exploracion del mineral de plomo de la Montaña de Esquera en los Pirineos.

VI ESPECIE. — FOLERITA.

Es una sustancia homogénea blanca, agrisada ó verdosa, formada de escamas pequeñas ó en fibras nacaradas; suave al tacto, desmoronadiza entre los dedos y que forma pasta con el agua. Es infusible al soplete, da agua por la calcinacion y es insoluble en los ácidos. Su composicion segun la análisis es la siguiente:

Folerita de Fins, por Guillemin.

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	41,65	21,63	3
Alúmina.	43,35	20,24	3
Agua.	15	13,33	2

de donde se saca la fórmula $A^3\ S^3\ Aq^2 = 3\ A\ S + 2\ Aq$ de manera que no es mas que la Silimanita hidratada.

Se encuentra en las hendiduras de los riñones de mineral de hierro del terreno ullífero de las minas de Fins, en Francia y en algunos puntos de Inglaterra.

VII ESPECIE. — TRICLASITA.

(*Falunita blanda*).

Es una sustancia parda ó pardo-amarillenta en prismas romboidales de unos 109°30′ y 70°30′, cuya base está inclinada al eje 101°30′. Su peso específico es 2,62; es rayada por un punzon de acero; da agua por la calcinacion, y se funde difícilmente al soplete.

Hisinger ha sacado de ella por el análisis:

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	46,79	24,30	2
Alúmina.	26,73	12,48	1
Agua.	13,50	22,77	1
Magnesia.	2,97	1,15	
Oxido de hierro. . .	5,01	1,14	
Oxido de manganeso.	0,43		

donde se ve sensiblemente la fórmula $A\ Si^2\ Aq = A\ Si^2 + Aq$ con alguna mezcla de materia extraña.

Esta sustancia se encuentra en prismas romboidales simples ó modificados por una cara en las aristas laterales agudas implantadas en materias talcosas y algunas veces en la galena.

VIII ESPECIE. — ALÓFANA.

Es una sustancia opalina semitransparente de fráctura concoidea, blanca ó coloreada accidentalmente por el hidróxido de hierro, y el carbonato azul de cobre, etc. Su peso específico es 1,88 á 1,9; es rayada por el espato fluor; raya solamente el yeso; es infusible, da agua por la calcinacion, y es soluble en los ácidos formando gelatina. Su análisis da los resultados siguientes:

Alofana de Grœfenthal por Stromeyer.

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	21,922.	11,38	2.
Alúmina	32,202.	15,04	3.
Agua.	41,301.	36,71	6.
Cal.	0,730.		
Sulfato yeso. . . .	0,517.		
Carbonato azurita.	3,058.		
Hidróxido de hierro.	0,270.		

lo cual produce la fórmula $A^3\ S^2\ Aq^6 = 2A\ Si + A\ Aq^6$.

La Alófana se encuentra en nidos irregulares, en materias arcillosas llenas de hidróxido de hierro y de carbonato de cobre y en depósitos de hidróxido de hierro, enclavados en la Sienita.

IX ESPECIE. — HALLOYSITA.

Esta sustancia es blanca ó de un ligero color gris azulado; compacta, de fractura concoidea cerea, y trasluciente por los bordes; se deja rayar por la uña, se pega á la lengua, da agua por la calcinacion y es soluble en los ácidos formando gelatina.

El análisis de la materia en estado natural hecho por Berthier, ha dado el resultado siguiente:

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	39,3.	20,4.	4.
Alúmina	34,0.	15,8.	3.
Agua.	26,5.	23,5.	4.

La materia desecada á la estufa ha dado:

		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice.	44,94.	23,2.	4.
Alúmina	39,96.	18,2.	3.
Agua	16,00.	14,2.	2.

La primera análisis puede dar la fórmula siguiente:

$$S^4\ A^3\ Aq^4 = 2ASi^2 + A\ Aq^4.$$

La segunda daria solamente:

$$A^3\ Si^4\ Aq^2 = 2A\ Si^2 + A\ Aq^2,$$

y el error dependeria de la dificultad de determinar exactamente la cantidad de agua que puede ser higrométrica.

Esta sustancia se encuentra en riñones en las masas de minerales de hierro, zinc y plomo que llenan las calizas de las provincias de Lieja y de Namur.

Esta sustancia seria asi como la alófana de grande importancia para la fabricacion del alambre si se encontrara en gran cantidad.

X ESPECIE. — ESMERALDA.

(*Berilo, Agua marina, Agustita*).

Esta sustancia se presenta en prismas de base de exágono regular, cuya base es á la apotema como 2 á 3. Su peso específico es 2,7; raya difícilmente el cuarzo, y es rayada por el topacio; es fusible al soplete, dando un vidrio globuloso; su precipitado amoniacal es atacable por el carbonato de amoniaco; su disolucion no precipita con un exceso de sosa, pero deja despues de la evaporacion y la calcinacion una materia insoluble.

Los diferentes análisis hechos para conocer su composicion, han dado los resultados siguientes:

Esmeralda de Brodbo por Berzelius.

Sílice	68,35
Alúmina.	17,60
Glucina	13,13
Oxido de hierro	0,72
Oxido de Tántalo.	0,72

Berilo de Siberia por Vanquelin.

Sílice.	68
Alúmina.	15
Glucína.	14
Cal.	2
Oxido de hierro	1

Agua-marina de Siberia por Dumenil.

Sílice	67.
Alúmina	16,50
Glucina	14,50
Oxido de hierró	1,00
Cal	0,50

Berilo de Siberia por Klaproth.

Sílice	46,65
Alúmina	16,75
Glucina	15,50
Oxido de hierro	0,60

Esmeralda del Perú por Klaproth.

Sílice	68,50
Alúmina	15,75
Glucina	12,50
Oxido de cromo	0,30
Oxido de hierro	1,00

Considerando á la glucina como isomorfa de la alúmina, estas análisis producirian la fórmula $(A, G)\ Si^3$; pero como el oxígeno de la glucina es poco mas ó menos la mitad del oxígeno de la alúmina hay las relaciones 1, 2, 9 entre las tres materias, lo que podria dar igualmente la fórmula $2ASi+{}^3GSi^3$. Esta fórmula es diferente de la adoptada por Berzelius $2AS^2+GS^4$; pero parece hallarse mas en relacion con los análisis y tambien con las propiedades relativas de la alúmina y de la glucina.

Esmeralda cristalizada. Se presenta en prismas á base de exégono regular, simples ó modificados en las aristas laterales por una cara y en las aristas de las bases por una ó varias caras, en los ángulos sólidos, ó á la vez de estos diferentes modos.

Esmeralda cilindroidea. Se presenta en cristales prismáticos desfigurados.

Esmeralda fibrosa. Se presenta en pequeñas fibras paralelas en Siberia.

Esmeralda compacta. Es vítrea ó litoidea.

TRANSPARENCIA Y COLORES. Se conoce la esmeralda *transparente y opaca*; la esmeralda *incolora*, es clara ú opaca; la *azul* de diferentes tintas se llama *agua-marina*; la verde, amarillenta ó amarilla, *berilo*; y la verde pura, *esmeralda del Perú*; hay tambien *esmeralda cambiante* de tejido fibroso ó laminoso con reflejos mas ó menos nacarados.

DEPÓSITOS. La esmeralda se encuentra diseminada y pertenece particularmente á los depósitos de pegmatita, y tambien se la encuentra en el gneiss. La esmeralda buena del Perú se halla en un esquisto arcilloso mas ó menos mezclado de caliza. Algunas veces se halla fuera de su lugar en los detritus de estas rocas.

USOS. Se emplea en la industria como una piedra fina, de tanto mas valor cuanto mayor sea; la esmeralda verde del Perú, las aguas-marinas y los berilos se usan en la joyería. La primer variedad es estimada y de mayor precio cuando presenta un hermoso tinte aterciopelado y no tiene señal alguna. Todas las esmeraldas que en el dia circulan son, por lo general, pequeñas, ó á lo menos no son tales como las que citan en sus obras los autores antiguos: sin embargo de creerse por algunos que el nombre de esmeralda fue dado por ellos á las piedras susceptibles de buen pulimento y de color verde, cuales son los mármoles, jaspes, espato fluor, etc., y asegurarse por otros que tambien fueron conocidas de los antiguos las esmeraldas verdaderas, como lo prueban las alhajas de los tiempos remotos, en las cualés hay grandes piedras de esta especie.

XI ESPECIE.—GELENITA.

(Estilobata).

Esta sustancia forma un prisma recto, rectangular ó cuadrado; es de color agrisado ó verdoso; soluble por digestion en los ácidos, y su disolucion precipita abundantemente por el ácido oxálico; su peso específico es de 2, 98 á 3, 02.

Su composicion es difícil de establecer, y se citan las análisis siguientes:

Galenita cristalizada por Fuchs.

Sílice	29,64
Alúmina	24,80
Cal	35,30
Protóxido de hierro	6,56
Agua	3,30

Galenita compacta por Kobeil.

Sílice	39,80
Alúmina	12,80
Cal	37,64
Magnesia	4,64
Protóxido de hierro	2,31
Potasa	0,03
Agua	2.

Estos análisis no tienen entre sí ninguna relacion; la de Fuchs, conduce á la fórmula $A^2Si+2\ CaSi$; la de Kobell daria $ASi^2+2\ CaSi$. Segun esto parece evidente que dichos químicos han analizado materias muy distintas ó mezclas de diferentes materias cuyos elementos se han confundido en el resultado.

DEPÓSITOS. La genelita cristalizada no ha sido observada hasta ahora sino en una montaña al Oeste de Vigo, y en el valle de Fassa en el Tyrol; se halla implatada en caliza laminar de que se la desembaraza por los ácidos. Se han considerado como gelenita compacta, algunas materias verdosas ó agrisadas de la misma comarca donde se encuentan espínelas é idocrasa.

XII ESPECIE.—ANDALUSITA.

(Feldspato apiro, Espato adamantino, Stanzaita, Micafilita, Macla, Jamesonita).

Es una sustancia, que forma un prisma recto de base cuadrada, de color gris, verdosa, rojiza ó roja; raya el cuarzo, es infusible al soplete é inatacable por los ácidos. Su peso específico es de 3,10 á 3,16, y su composicion se expresa por la fórmula $9A^2Si+(K,Ca)\ Si^3$ segun las análisis siguientes:

Andalusita de España por Vauquelin.

Sílice	32
Alúmina	52
Potasa	8
Oxido de hierro	2
Pérdida	6

Andalusita del Tyrol por Brandes.

Sílice	34
Alúmina	55,75
Potasa	3
Cal	2,125
Magnesia	0,375
Oxido de hierro	3,625
Agua	1
Oxído de manganeso	3,625

Andalusita cristalizada. Se presenta en prismas cuadrados simples ó modificados ligerados en los ángulos sólidos.

Andalusita compacta. Sirve de base á los cristales.

Andalusita macla. Se presenta en prismas cuadrados, frecuentemente disfigurados y con la apariencia de prismas romboidales, conteniendo en su interior, una materia negra que ocupa el centro, afecta la forma prismática y se propaga algunas veces siguiendo las diagonales y formando una nueva mancha en su extremidad: algunas veces hay varias capas de materia negra, separadas por capas de andalusita.

La andalusita pertenece á los terrenos de cristalizacion antiguos. Se la cita en granitos cuya edad no se conoce bien, en rocas unidas á la protogina en el Tirol, en el gneiss en Baviera y Escocia, en el micasquisto en Sajonia, Silesia, Irlanda, España y Estados Unidos.

SUB-GÉNERO GRANATE.

Los granates son sustancias vítreas del sistema cúbico, que presentan por formas dominantes el dodecaedro romboidal y el trapezoedro; su peso específico es de 3,35 á 4,24; todos son fusibles al soplete y estan compuestos segun la fórmula $RSi+rSi$, representando R las bases de tres átomos de oxígeno y r las de un átomo.

A. XIII ESPECIE.—GROSULARIA.

(*Colofonita, Esonita, Kanelstein, Topazolita, Succinita, Willuita, Erlana*).

Esta especie es una sustancia verde, amarillenta, ó roja anaranjada; raya el cuarzo; su peso específico es de 3,35 á 3,73; es fusible en bola no metaloidea, rara vez negra, y mas rara vez magnética. Su polvo es solúble por digestion en el ácido hidroclórico; su disolucion da un precipitado blanco abundante por el oxalato de amoniaco y poco por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Los análisis que han sido hechos con cuidado, dan por resultado la fórmula $ASi^2\ Ca=ASi+Ca\ Si$; pero las materias se encuentran algunas veces mezcladas con almandina, melanita etc.

El análisis de Beudant da los resultados siguientes:

Sílice.	0,411
Alúmina.	0,212
Cal.	0,371
Magnesia.	0,006
	1,000

Se encuentra en los terrenos de cristalizacion, y en los ígneos antiguos. Las localidades de España en que se halla, son los Pirineos y el cabo de Gata.

Se usa en la joyería como fundente y para pulir los metales del mismo modo que el esmeril.

B. XIV ESPECIE.—ALMANDINA.

(*Piropo, Carbunclo, Granate Sirio*).

Es una sustancia de color rojo violeta, parda ó negra; raya el cuarzo; su peso específico es de 3,90 á 4,236; es fusible en un glóbulo negro, mate ó metaloideo, ordinariamente magnético; es insoluble en los ácidos; disuelta despues de haber sido fundida con la potasa precipita abundantemente en azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y poco ó nada por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $AfSi^2= ASi+fSi$ y su análisis segun Vauquelin da los resultados siguientes:

Sílice.	36,0
Alúmina.	22,0
Protóxido de hierro. . . .	36,8
Cal.	3,0

Los terrenos y localidades en que se observa son los de los granates en general, y algunas veces se ha hallado en el Piamonte.

Como piedra fina circula en el comercio con mas abundancia que los otros granates, siendo el mas comun la variedad llamada granate sirio, á la cual sigue el granate de Ceylan ó variedad vinosa y el piropo ó variedad de color de fuego; por último el granate oriental ó naranjado figura como de mas valor.

D. XVI ESPECIE.—ESPESARTINA.

La espesartina es una sustancia roja ó parda que raya el cuarzo; su peso específico es de 3,6 á 4,109; da con la sosa una reaccion muy marcada del óxido de manganeso; fundido al soplete, da un esmalte de color violado mas ó menos oscuro.

Su composicion se expresa por la fórmula $ASi+Mn\ Si$, y su análisis da los resultados siguientes.

Sílice.	35
Alúmina.	14,25
Peróxido de hierro. . . .	14,
Peróxido de manganeso. . .	35.

Sus aplicaciones pueden reducirse á servir de fundente si se encuentra en abundancia, y aun tambien puede servir de esmeril para pulimentar los metales.

Variedades de granates. Granates cristalizados. Se presentan en dodecaedros romboidales ó en trapezoedros y algunas veces presentan los dos géneros de formas reunidos ó modificaciones que conducen á los sólidos de cuarenta y ocho caras.

Granates esferoides. Se presentan en cristales desfigurados.

Granates fibrosos. (raros) Presentan testura fibrosa en el interior de los cristales.

Granates granulosos. En grandes ó pequeños granos, que las mas veces tienen poca agregacion entre sí.

Granates compactos. En masa irregular vítrea ó litoidea.

Granates resinoides. De un lustre resinoso en su fractura y entonces muy frágiles.

Estas modificaciones se presentan en todas las especies, y los colores de que hemos indicado ya los principales en cada especie, son sin embargo muy variables.

Bajo el aspecto de las mezclas existe un gran número de variedades, que no se puede colocar sino por apéndice del género.

DEPÓSITOS. Los granates forman rara vez capas por sí solos; existen generalmente diseminados, y pertenecen á todos los depósitos de cristalizacion desde el gneiss hasta el esquisto arcilloso; pero mas particularmente al micasquisto y á las rocas que le estan subordinadas. Se encuentran donde quiera que existen estas clases de rocas, y es inútil en este punto citar ninguna localidad particular. Se encuentran tambien granates en las pegmatitas donde son algunas veces muy abundantes, en las dioritas porfídicas, en las serpentinas, ya sea diseminadas, ya en las hendiduras de las rocas, en la eufotidas etc. Se encuentran tambien en las calizas secundarias. Se conocen aunque en corta cantidad en los traquitos ó sus fragmentos en los basaltos, en las tobas basálticas, en las tobas volcánicas modernas.

Existen granates en los filones ó masas metáliferas principalmente en los depósitos ferruginosos. Se puede notar que estas sustancias suelen encontrarse en abundancia en los fragmentos de las diferentes rocas

que acabamos de citar; en algunas localidades las arenas de los arroyos, se componen exclusivamente de granates.

Usos. Se emplean las hermosas variedades de almandina y las variedades rojizas de grossularia, en la joyería; las primeras con el nombre de granate sirio, y granate oriental: las otras con el nombre de jacintos: son piedras de precio elevado, cuando no tienen defectos y presentan hermosas tintas. En otro tiempo se han empleado mucho las variedades de almandina bajo la forma de perlas pequeñas apenas bosquejadas por la talla, y algunas veces simplemente pulimentadas en su cara de cristalizacion para hacer collares usados particularmente entre las gentes acomodadas del campo.

En algunas localidades de Alemania en que abundan los granates, se usan como fundentes con diferentes minerales de hierro. Algunas veces las arenas granáticas lavadas y molidas se usan para reemplazar el esmeril.

XVII ESPECIE.—ESCOLEXEROSA.

(*Escolezita anhidra, Wernerita blanca*).

Es una sustancia vítrea, algunas veces de lustre grasiento, trasluciente ú opaca, verdosa ó blanquecina que raya el vidrio. Es fusible al soplete, no da agua por la calcinacion; es atacable por los ácidos, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco. Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\ Si^6\ Ca = 3\ A\ Si + Ca\ Si^3$. Sus análisis mas fidedignas han dado el resultado siguiente:

Sílice	54,13
Alúmina	29,23
Cal	15,45
Agua	1,07

la análisis de la wernerita blanca por John, ha dado

Sílice	50,25
Alúmina	30
Cal	10,45
Potasa	2
Oxido de hierro	3
Oxido de manganeso	1,45
Agua	2,85

si se agrega á esta especie la wernerita blanca de John, como la análisis parece indicarlo, se ve que la scolexorosa es susceptible de mezclarse con una sustancia de la misma fórmula ó base de potasa.

Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora mas que en Pargas en Finlandia con las materias designadas bajo los nombres de *parantina*, *escapolita*, con las cuales ha estado confundida hasta que se hizo su análisis.

XVIII ESPECIE.—ESCOLEZITA.

(*Parte de la Mesotipa, Zeolita en aguja, Zeolita radiada, Mesolita, Stiernstein, Nadelstein, Edelita*).

Es una sustancia ordinariamente blanca, que cristaliza en un prisma recto de base cuadrada. Su peso específico es de 2,21 á 2,27; no raya el vidrio, da agua por la calcinacion; se funde difícilmente en un vidrio globuloso; es soluble en los ácidos formando gelatina, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco. Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\ Si^6\ Ca - Aq^3 = AS + Ca\ Si^3 + 3\ Aq$ segun la análisis siguiente hecha por Fuchs.

Sílice	46,75
Alúmina	24,82
Cal	14,20
Sosa	0,39
Agua	13,64

Escolezita cristalizada. Se presenta en prismas cuadrados terminados por pirámides de cuatro caras, algunas veces modificados en las aristas laterales, y mas rara vez en las aristas piramidales.

Escolezita acicular. Se presenta en cristales muy delgados, agrupados en haces y de otros varios modos.

Escolezita capilar. Se presenta en pequeños filamentos, ya aislados, ya entremezclados. De esta variedad que es bastante comun se ha sacado el nombre de la especie.

Depósitos. La escolezita pertenece principalmente á los terrenos de orígen ígneo; se encuentra en núcleos ó en riñones que suelen ser muy grandes, unas veces macizos, otras geódicos, en las amigdaloides que se refieren al basalto: en los basaltos ó en las rocas feldspáticas que dependen de ellos, y en las tobas basálticas. Rara vez va acompañada de otras sustancias en las mismas cavidades; pero las cavidades inmediatas contienen otra porcion de sustancias diferentes, tales como mesotipa, tompsonita, chabasia, estilbita etc.

Se cita tambien la escolezita en Pargas en Finlandia; pero segun parece, en un depósito enteramente distinto, en medio de las calizas sacaroideas donde se encuentran todas las variedades de wernerita, la escolezita anhidra, piroxenas etc.

Apéndice. Añadiremos aquí algunas materias que han recibido nombres particulares, y que segun parece no son mas que scolezitas mezcladas con diferentes sustancias; tales son:

Mesolita de Pargas y de Islandia. Sustancias fibrosas, blancas, que han dado los resultados siguientes:

Mesolita de Islandia por Fuchs.

Sílice	47,46
Alúmina	25,35
Cal	10,04
Sosa	4,87
Agua	12,41

Mesolita de Pargas por Berzelius.

Sílice	46,80
Alúmina	26,50
Cal	9,87
Sosa	5,40
Agua	13,30

Berzelius ha adoptado la fórmula $9\ A\ Si + 2\ Ca\ Si^3 + Na\ Si^3 + 8\ Aq$, admitiendo en este caso la existencia de una especie particular; pero esta fórmula se divide en 2 $(3A\ Si + Ca\ Si^3 + 3\ Aq)$ y $3\ A\ Si + Na\ Si^3 + 2\ Aq$, es decir, en escolezita y mesótipa precisamente como lo indican las proporciones de oxígeno.

Mesolita de Hauenstein. La análisis de esta sustancia ha dado el resultado siguiente:

Sílice	44,562
Alúmina	27,562
Cal	7,087
Sosa	7,688
Agua	14,125

De donde Berzelius ha sacado la fórmula $6\ A\ Si + Ca\ Si^3 + Na\ Si^3 + 6\ Aq$ para formar una especie; pero esta fórmula puede dividirse en $3\ A\ Si + Ca\ S^3 + 3\ Aq$ $3\ A\ Si + Na\ Si^3 + 3\ Aq$, es decir, que es una mezcla de escolezita con una sustancia de la misma fórmula á base de sosa, que formará especie cuando se la encuentre aislada, ó por lo menos cuando sea parte dominante de la mezcla; aquí las dos materias se hallan poco mas ó menos en cantidades iguales.

Mesola. Sustancia fibrosa, blanca, compuesta segun la análisis de lo siguiente:

Sílice.	42,60
Alúmina.	38,
Cal.	11,43
Sosa.	5,63
Agua.	12,70

De donde Berzelius ha sacado la fórmula 9 $A\ Si+2\ Ca\ Si^3+Na\ Si^2+8\ Aq$, considerando la sustancia como una especie particular; ahora bien, esta fórmula se divide en otras dos, á saber: 2 ($3\ A\ Si+C\ Si^3+3\ Aq$) y $3\ A\ Si+N\ Si^2,+2\ Aq$, es decir, que es tambien una escolezita pero mezclada con una sustancia que seria la mesotipa si se admitiera un poco mas de sílice, de manera, que se tuviera $N\ Si^3$ en lugar de $N\ Si^2$.

Las mesolitas y las mesolas se encuentran en los mismos depósitos y lugares que la escolezita. Las que se conocen proceden de las rocas amigdaloideas de Islandia, de Bohemia, Finlandia y Tirol.

XIX ESPECIE.—MESOTIPA.

(*Edelita, Zeolita radiada, Zeolita en agujas, Natrolita, Hoganita, Nadelsteim, Stiernstein*).

Es una sustancia ordinariamente blanca que cristaliza en prismas romboidales de 91°40′, cuya altura y lado son entre sí poco mas ó menos como los números 1 y 2; su peso específico es de 2,24 á 2,256; no raya el vidrio; da agua por la calcinacion; se hincha ó se deshace al fuego, y es fusible en un vidrio globuloso; se disuelve en los ácidos formando gelatina, y su disolucion precipita poco ó nada por el oxalato de amoniaco. Se compone de las sustancias que expresa la fórmula $A^3\ Si^6\ Na\ Aq^2=3\ A\ Si+Na\ Si^3+2\ Aq$ ó sea un átomo de silicato de alúmina, un átomo de trisilicato de sosa, y dos átomos de agua segun las análisis siguientes:

Mesotipa de Feroe segun Smithson.

Sílice.	49
Alúmina.	27
Sosa.	17
Agua.	9,6

Natrolita del Tirol por Fuchs y Gehlen.

Sílice.	48,63
Alúmina.	24,82
Sosa.	15,69
Agua.	9,60
Oxido de hierro.	0,21.

Variedades. *Mesotipa cristalizada.* Se presenta en prismas romboidales terminados por una pirámide rebajada, ya simple, ya modificada.

Mesotipa acicular. Se presenta en cristales muy delgados agrupados unos sobre otros, y ordinariamente en haces divergentes.

Mesotipa mamelonada. Se presenta en mamelones hemisféricos pegados unos á otros, blancos ó amarillos.

Mesotipa fibrosa. Se presenta en riñones compuestos de fibras que parten de uno ó varios centros.

Depósitos. La mesotipa se encuentra en los mismos lugares y rocas que la escolezita.

XX ESPECIE.—PREHNITA.

Zeolita radiada, Crisolita del Cabo, Kufolita, Halbzeolith).

Es una sustancia rara vez cristalizada; sus cristales se derivan de un prisma recto romboidal, de unos 202° 30′ y 77° 30′ cuya altura es al lado de la base como 7 á 5; su peso específico es de 2,69 á 3,14; su color varía del verdoso al amarillento y blanquecino; raya el vidrio; da agua por la calcinacion, es fusible al soplete en un vidrio blanco globoso, reductible á gelatina por los ácidos; su solucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Composicion. M. Berzelius ha admitido en estos últimos tiempos la fórmula $3\ A\ Si+Ca^2\ Si^3+Aq=A^3\ Si^6\ Ca^2\ Aq$, que en efecto representa bien algunas análisis, pero cuyo segundo término es contra las leyes conocidas de composicion, en el que el oxígeno del ácido no es un múltiplo del oxígeno de la base. Esta circunstancia puede conducir á creer que no conocemos todavía la composicion de esta sustancia, lo cual debe depender de que por lo general se halla con mas frecuencia en estado fibroso, y se encuentra en todas las localidades con otros silicatos de cal, con que sin duda está mezclado. Es sin embargo muy notable que las análisis mas recientes concuerdan todas con la fórmula indicada, de donde se sigue que si hay mezcla, seria la misma en todas las localidades. Las principales análisis que se han hecho, son las siguientes:

Prehnita fibrosa de Dumbarton por Walmstedt.

Sílice.	44,10
Alúmina.	25,26
Cal.	26,43
Oxido de hierro.	0,74
Agua.	4,18

rehnita del Cabo por Klaproth.

Sílice.	43,80
Alúmina.	30,88
Cal.	18,33
Oxido de hierro.	5,66
Agua.	1,83

Kufolita por Vauquelin.

Sílice.	48
Alúmina.	24
Cal.	23
Oxido de hierro.	4

Variedades. *Prehnita cristalizada.* Se presenta en láminas rectangulares romboideales ó exagonales, modificadas algunas veces en las aristas.

Prehnita laminiforme. (Kufolita.) Se presenta en pequeñas láminas delgadas que no son mas que cristales mas ó menos marcados.

Prehnita concoidea. Se presenta en cristales agrupados, imitando una concha de dos valvas por su reunion.

Prehnita mamelonada. Se presenta en pequeños grupos de cristales globuliformes ó hemisféricos.

Prehnita fibrosa. Rara vez forma fibras rectas; lo mas frecuentemente fibras retorcidas y entrelazadas.

Prehnita compacta. Variedad extrema de la pretinita fibrosa, cuyas fibras son muy finas.

Depósitos. Las variedades de prehnita cristalizada laminiforme y concoidea, pertenecen á la protogina ó á rocas que dependen de ella. Las variedades, mamelonada y fibrosa, pertenecen á los terrenos de amigdaloide. En la primera especie de depósito va acompañada de epídoto, axinita, clorita etc. En la segunda se halla unas veces sola en una cavidad, y otras con la chavasia, la estilbita etc., que por otra parte existen en las cavidades inmediatas. Es notable que se halle acompañada de cobre nativo en varias localidades.

XXI ESPECIE.—CERINA.

(*Cererina, Cererita, Cerio oxidado, Silicio negro*).

Es una sustancia compacta, opaca, negra parduzca que raya el vidrio. Su peso específico es de 3,77 á 3,8. No da nada de agua por la calcinacion; es infusible al soplete; es atacable por digestion en los ácidos; su disolucion da por el oxalato de amoniaco un precipitado que se vuelve pardo por la calcinacion y da con el borax un vidrio rojo que pasa á amarillo por el enfriamiento. Su composicion es $\dot{A}\ \dot{S}i^3\ (\dot{C}e, \dot{C}a, \dot{f})^2 = \dot{A}\ \dot{S}i + 2\ (\dot{C}e, \dot{f}, \dot{C}a)\ \dot{S}i$, segun la análisis de Hisinger.

Cerina de Riddarhytta.

Sílice	30,17
Alúmina	11,31
Oxido de cerio	28,19
Oxido de hierro	20,72
Cal	9,12
Oxido de cobre	0,89
Materia volátil	0,40

Se halla en las minas de cobre de Saint Gorans en Riddarhytta con anfibol, mica etc., y acompañando la cercrita.

Apéndice. *Allanita.* Esta es una sustancia cristalina cuyos cristales se derivan de un prisma de bases cuadradas; su peso específico es de 3,1 á 3,4; su color es negro con lustre vítreo que tira á metaloideo; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; se funde dificilmente al soplete; es atacable por digestion en los ácidos; su disolucion presenta los mismos caracteres que la cerina.

Su composicion es quizá semejante á la de la cerina, pero solo se conocen dos análisis que no concuerdan entre sí ni con la de aquel mineral.

Los cristales de allanita son prismas cuadrados modificados en los ángulos sólidos por facetas mas ó menos extensas; tiene una gran semejanza con ciertos cristales de óxido de estaño que por esto mismo han corrido algunas veces en el comercio con el nombre de allanita. Esta sustancia todavía muy rara, ha sido descubierta en Groelandia en rocas micáceas.

Ortita. Es una sustancia de color pardo negruzco que se presenta en agujas prismáticas engastadas en una roca feldspática, da agua por la calcinacion; se funde hinchándose y produciendo hervor, y forma un vidrio negro globuloso; es atacable por los ácidos, y da como la cerina la reaccion del cerio.

Su composicion se expresa segun Berzelius por una mezcla de las fórmulas $3\ \dot{A}\ \dot{S}i + \dot{C}a\ \dot{S}i + 2\ Aq$ con $\dot{C}e\ \dot{S}i + \dot{f}\ \dot{S}i$.

Pirortita. Es una sustancia bacilar negra ó parduzca; su peso específico es de 2,19; es rayada con facilidad por un punzon de acero; da agua por la calcinacion; arde por la accion del soplete á causa de la materia carbonosa que contiene; es atacable por los ácidos y su disolucion da las reacciones del cerio.

Esta sustancia se encuentra en las cercanías de Falhun en Fimbo, Korarf, etc., en las mismas rocas que la gadolinita y todas las combinaciones conocidas del óxido de cerio.

XXII ESPECIE—IDOCRASA.

Vesuviana, Wiluita, Frugardita, Sommervillita, Ciprino Jacinto volcánico, Yeme del Vesuvio, Crisolita, Loboita).

Esta sustancia cristaliza en el sistema prismático de bases cuadradas; sus cristales se derivan de un prisma, cuya altura es al lado de la base como 8 á 7; su peso específico es de 3, á 3,45; raya dificilmente e cuarzo; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete, generalmente soluble por la digestion en los ácidos y su disolucion precipita siempre abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion no está aun bien establecida en cuanto á las cantidades relativas de los silicatos combinados. Entre sus análisis conocidos pueden citarse los siguientes:

Idocrasa de Siberia por Klaproth.

Sílice	42
Alúmina	16,25
Cal	34
Protóxido de hierro	5,50

Idocrasa del Vesuvio por Klaproth.

Sílice	35,50
Alúmina	33
Cal	22,25
Oxido de hierro	7,50
Oxido de manganeso	0,25

Idocrasa de Gœkum (loboita) por Berzelius.

Sílice	36
Alúmina	17,50
Cal	37,65
Magnesia	2,52
Protóxido de hierro	5,55
Materias volátiles	0,36

El resultado de estos análisis y otros varios es que la idocrasa no puede ser mas que una combinacion de silicato de alúmina $\dot{A}\ \dot{S}i$ y de silicato de cal $\dot{C}a\ \dot{S}i$, reemplazados algunas veces pór silicatos de óxidos isomorfos.

Variedades. *Idocrasa cristalizada.* Se presenta en prismas de ocho caras, algunas veces simples mas comunmente modificados en el vértice, y tambien por dobles facetas en las aristas laterales.

Idocrasa cilindroidea. Se encuentran en cristales desfigurados.

Idocrasa bacilar. Forma cristales agrupados que producen masas de estructura bacilar.

Idocrasa granular. Es compacta y litoidea.

Las variedades de color son: verde, que es la mas comun; parda, negra, azul (ciprina), en la cual se encuentra cierta cantidad de óxido de cobre.

Depósitos. Se encuentra en filones pequeños en los terrenos antiguos; en el gneiss, en el micasquisto, en las rocas serpentinosas donde está asociada á los granates, á los epidotos, á las piroxenas, al esfeno, etc.; algunas veces en los depósitos calizos de esta época, en las dolomias y en las lavas; es raro que forme capas que son siempre muy delgadas en los micasquistos; y tambien lo es que se encuentre diseminada.

Usos. Algunas variedades transparentes se tallan para la joyería, pero son en general de poco valor.

SUB-GÉNERO EPIDOTO.

A. XXIII ESPECIE.—ZOISITA.

(*Epidoto blanco*).

Es una sustancia agrisada, que se exfolia muy fácilmente por planos paralelos y tambien siguiendo otras direcciones inclinadas sobre las primeras 116° 120° y 126°. Sus cristales forman un prisma oblícuo, cuya base está inclinada al eje 116°40'; su peso específico es: de 3,269 á 3,334; es rayada por el cuarzo y raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; al soplete se hincha, se exfolia, y se funde por los bordes; es inatacable por los ácidos. Su composicion

se expresa por la fórmula. $A^2 Si^3 Ca = 2 A Si + Ca Si$, segun las análisis de Klaproth y Bucholz.

Zoisita de Carinthia por Klaproth.

Sílice	45
Alúmina	29
Cal	21
Protóxido de hierro	5

Zoisita de Bareuth por Bucholz.

Sílice	40,25
Alúmina	30,25
Cal	22,00
Protóxido de hierro	4,50

Variedades. *Zoinita cilindroidea y bacilar.* Presentan prismas prolongados perpendicularmente al eje del prisma rectangular oblicuo.

XXIV ESPECIE.—THALLITA.

(*Epidoto, Akanticona, Pistacita, Delfinita, Arendalita, Escorza, Chorlo verde, Estralita*).

Es una sustancia verde en cristales, que se deriva de un prisma rectangular oblicuo, cuya base está inclinada al eje 111° 30′; su peso específico es 3,42; raya el vidrio, y es rayada por el cuarzo; no da agua por la calcinacion; al soplete se hincha, se ramifica y se funde por los bordes; es inatacable por los ácidos. Su disolucion forma un precipitado azul abundante por el hidrocianato ferruginoso de potasa. Su composicion se expresa por la fórmula $A^2 Si^3 f = 2 A Si + f Si$ segun la análisis siguiente:

Thallita bacilar por Beudant

Sílice	40,9
Alúmina	28,9
Cal	16,2
Protóxido de hierro	14,0

Variedades. *Tallita cristalizada.* Se presenta en octaedros rectangulares prolongados transversalmente y modificados de diferentes maneras en las aristas y en los ángulos, algunas veces muy complicados en las extremidades; rara vez en prisma rectángular tambien prolongado transversalmente modificado en las aristas agudas.

Tallita cilindroidea. Se presenta en cristales desfigurados y libres.

Thallita bacilar y fibrosa. Se encuentra en cristales desfigurados ó en agujas pequeñas agregadas.

Thallita fibro-sedosa. Se presenta en fibras bastante rectas de color verdoso.

Thallita granular. Forma masas compuestas de granos pequeños, generalmente mas agregados.

Thallita arenacea. Se encuentra formando arenas verdes mas ó menos mezcladas con partículas extrañas.

Thallita compacta. Es litoidea, frecuentemente se halla mezclada con cuarzo.

Los colores de las diferentes variedades son el verde; rara vez el pardo y el rojizo.

Depósitos. La thallita pertenece á los terrenos de cristalizacion; muchas veces ocupa las grietas y hendiduras del granito, del gneiss, del micasquisto, del esquisto arcilloso, y sobre todo de la protogina ó de las rocas que de ella dependen; algunas veces constituye con el cuarzo, depósitos bastante grandes en medio de estas rocas y en algunos casos está simplemente diseminada en ellas. Tambien se encuentra en pequeños núcleos en las amigdaloides é igualmente en los criaderos metalíferos; se conoce la thallita casi en todas partes, pero las localidades mas notables por la cantidad que se ha sacado de ellas y por la belleza de los ejemplares, son el Delfinado, el valle de Chamouny, las minas de hierro de Arendal en Noruega, y en fin, la de Langbanshytta, Persberg, Norberg en Suiza que presentan cristales del peso de algunas libras.

XXV ESPECIE.—MEIONITA.

(*Jacinto blanco de la Somma*).

Es una sustancia blanca, que forma cristales derivados de un prisma recto de base cuádrada, cuya altura es al lado de la base, como cuatro á nueve; raya el vidrio; su peso específico es de 2,612; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete con hervor; soluble en los ácidos formando gelatina, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco. Su composicion segun los análisis se expresa por la fórmula $A^2 Si^3 Ca = 2 A Si + Ca Si$, la misma que para la zoisita, de la cual esta sustancia parece no diferir mas que por el sistema de cristalizacion. La análisis que merece mas crédito es la siguiente:

Meionita del Vesuvio por Stromeyer.

Sílice	40,53
Alúmina	32,73
Cal	24,24
Potasa y sosa	1,81
Oxido de hierro	0,18

Variedades. *Meionita cristalizada.* Se presenta en prismas cuadrados simples ó modificados sobre las aristas laterales por una ó dos caras. Estos prismas son tambien modificados en el vértice por cuatro caras, y muchas veces ademas por facetas adicionales.

Meionita bacilar. Se presenta en cristales agrupados por las caras laterales.

Meionita compacta. Se presenta en pequeñas masas resquebrajadas.

Depósitos. No se ha encontrado la meionita todavía mas que en dos localidades, en los pedruscos de Dolomia de la Somma en el Vesuvio, y en una roca análoga de Sterzing en el Tirol. Se la ha citado en la abadía de Laach, cerca de Andernach.

Apéndice. *Thulita.* En una sustancia vítrea que forma prismas romboidales de 9°,30′ y 87°,30′, su color es rosado ó rojo; raya el vidrio, y es rayada por el cuarzo. Se compone de

Sílice	42,5
Alúmina	25,1
Cal	19,4
Magnesia	0,6

Lo que nos da la fórmula $Ca A^2 Si^4 = 2 A Si + Ca Si^2$, y por consiguiente formaria una sustancia particular que podria colocarse despues de la meionita.

Esta sustancia todavía poco conocida en las colecciones, se encuentra en Suhland en el Tellemark en Noruega, con cuarzo, espato, fluor, é idocrasa azul.

Gieseckita. Es una sustancia que se presenta en prismas romboidales ó de siete planos; blanda, hasta el punto de ser rayada por un punzon de acero; verdosa ó agrisada; su peso específico es de 2,78 á 2,82; está compuesta segun la análisis de Stromeyer de

Sílice	46,07
Alúmina	33,82
Potasa	6,20
Magnesia	1,20
Oxido de hierro	3,35
Oxido de manganeso	1,15

de donde se puede sacar la fórmula $A^6Si^9K^6=6Asi+KS3$, lo cual formaría una especie particular que debería colocarse despues de la meionita.

XXVI ESPECIE.—WERNERITA.

(*Parantina, Escapolita, Rapidolita, Arktizita*).

Esta sustancia, es vítrea ó litoidea, blanquecina, agrisada, verdosa ó rojiza; sus cristales se derivan de un prisma de base cuadrada; su peso específico es de 2, 5 á 2, 7; raya el vidrio; da agua por la cristalizacion sin perder su transparencia; es fusible al soplete y difícil de atacar por los ácidos; su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion es probablemente la que expresa la fórmula $A^3\ Si^4\ Ca=3\ Asi+Ca\ Si$. Los principales análisis que se han hecho de ella, son las siguientes:

Wernerita verde por John.

Sílice.	40
Alúmina.	34
Cal.	16,6
Protóxido de hierro.	8
Oxido de manganeso.	15

Escapolita de Arandal por Lauguier.

Sílice.	45
Alúmina.	33
Cal.	17
Sosa.	1,50
Potasa.	0,50
Oxidos de hierro y de manganeso.	1
Pérdida.	1,40

Variedades. *Wernerita cristalizada*: se presenta en prismas de ocho planos terminados por pirámides de cuatro caras, pero en general mal conformados.

Wernerita bacilar. Se encuentra en prismas desfigurados mas ó menos agrupados unos sobre otros.

Wernerita compacta. Forma masas vítreas de lustre grasiento.

Depósitos. Las sustancias cuyas análisis hemos citado, se encuentran en general en las masas de minerales de hierro que atraviesan el gneiss, en los depósitos de cobre piritoso, en los depósitos calizos inmediatos á estos minerales. En todas partes van acompañadas de granate, epidoto, piroxena, anfibol, etc. Se citan tambien otros lugares, pero no está bien probado que muchas de estas materias pertenezcan á la wernerita.

XXVII ESPECIE.—NEFELINA.

(*Sommita, Chorlo blanco, Pinguita, Eleolita*).

Esta sustancia cristaliza en prismas con base de exágono regular cuya altura es á la apotema, como 2 á 7; su peso específico es de 2, 56 á 2, 76; raya el vidrio; es fusible al soplete dando un vidrio blanco globuloso; es soluble en los ácidos formando gelatina; su disolucion tratada por el carbonato de amoniaco y filtrada deja despues de la evaporacion y de la calcinacion un residuo alcalino. Su composicion se expresa por la fórmula $Na\ A^3\ S^4=3\ A\ Si+Na\ Si$ segun las análisis siguientes.

Nefelina por Gmelin.

Sílice.	43,36
Alúmina.	33,49
Sosa.	13,36
Potasa.	7,13
Oxido de hierro y de manganeso.	1,50
Agua.	1,39

Eleolita por el mismo.

Sílice.	44,19
Alúmina.	34,424
Sosa.	16,879
Potasa.	4,733
Cal.	0,519
Manganesia y óxido de manganeso.	0,687
Oxido de hierro.	0,652
Pérdida por el fuego.	0,600

Variedades. *Nefelina cristalizada*. Se presenta en prismas exágonos algunas veces simples, mas frecuentemente modificados en las aristas de las bases, en las aristas laterales y algunas veces de una y otra manera.

Nefelina laminar. Forma una masa resquebrajada que tiene en la apariencia estructura laminosa.

Nefelina compacta. (Eleolita). Es vítrea, de lustre grasiento, verdosa ó rojiza.

Depósitos. La nefelina parece pertenecer exclusivamente á los terrenos volcánicos; existe en las rocas de Dolomia de la Somma con la meionita, la idocrasa, etc. Es probable que forme la base de varias lavas de las antiguas erupciones del Vesubio y de la campiña de Roma. Se encuentra en las rocas basálticas de Kazzenbukkel á algunas leguas de Heidelberg, y quizá en las de Kaisersthul en Brisgau.

La pseudo-nefelina, cuya analogía de forma, la hace considerar como perteneciente á la misma especie, existe tambien en las lavas. En cuanto á la eleolita que su composicion debe hacer referir la nefelina se encuentra empastada en la sienita en varias localidades de Noruega, y acompañada de óxido de hierro magnético, de anfíboles, etc.

Especies probables. Reuniremos aquí algunas sustancias que por su composicion, deben agregarse á la nefelina y son:

Ittnerita (*Nefelina, sodalita, escapolita de Kaitersthul*). Es una sustancia que forma un prisma exágono regular ó un dodecaedro romboidal de que no se ve mas que el corte en la fractura de la roca donde estan implantados los cristales; raya el vidrio; su peso específico es 2, 3; da agua por la calcinacion; es fusible en un vidrio transparente; es soluble en los ácidos formando gelatina; su disolucion precipita un poco por el oxalato de amoniaco, y deja ademas un resíduo alcalino por el tratamiento con el carbonato de amoniaco, la evaporacion y la calcinacion.

Se compone segun la análisis de Gmelin de las sustancias siguientes:

Sílice.	30,016
Alúmina.	28,400
Sosa.	11,288
Cal.	5,235
Potasa.	1,565
Agua.	10,759
Acido hidrosulfúrico, indicios.	
Oxido de hierro.	0,616
Yeso.	4,891
Sal comun.	1,618

lo cual produce la fórmula $A^3\ Si^4\ (Na,\ Ca,\ K)\ Aq=^3A\ Si+(Na,\ Da,\ K)\ Si+2\ Aq$.

Esto seria una nefelina hidratada, y por consiguiente una especie particular, pero no sabemos por qué Berzelius no admite el agua en la composicion, de manera que la sustancia deberia incluirse en la especie nefelina.

La ittnerita, ha sido encontrada en las rocas basálticas de Kaisersthul en Brisgau.

Indianita. Hace mucho tiempo que se ha considerado esta sustancian como una materia feldspática,

juzgando la análisis de Chenevix como muy distante de ser exacta. Sin embargo, los análisis de Laugier han dado resultados muy análogos si se exceptua una corta cantidad de sosa; estos análisis son:

Indianita blanca.

Sílice.	43,0
Alúmina.	34,5
Cal.	15,6
Sosa.	2,6
Oxido de hierro.	1,0
Agua.	1,0

Indianita rosa.

Sílice.	42
Alúmina.	34
Cal.	15
Sosa.	3,3
Oxido de hierro.	3,2
Agua.	1,0

Si estas análisis son exactas ó si han sido hechas sobre materias homogéneas, la indianita debe estar inmediata á la nefelina. En efecto, fuera de algunas divergencias que pueden hacer sospechar mezclas, las cantidades de oxígeno de la sílice y de las bases estan con corta diferencia en las relaciones como los números 4, 3, 1; se tendrá entonces la fórmula $3\ A Si + Ca\ Si$, que seria una nefelina de base de cal, y por consiguiente una especie particular, unida á $3\ A\ Si + Na\ Si$, que es la nefelina ordinaria.

La indianita tiene ademas caracteres análogos á los de la nefelina, á no ser que se funde mas difícilmente, y que la disolucion precipita en abundancia por el oxalato de amoniaco.

No se conoce aun esta sustancia mas que en Carnate donde se presenta en masas ó en capas subordinadas al terreno de los micasquitos; las masas que forma son finamente sacaroideas, casi compactas de color blanco ó rosado.

Ekebergita. (*Natrolita d' Hesselkula, Sodaita*). Es una sustancia compacta ó finamente fibrosa, ó compuesta de láminas muy delgadas, aplicadas una sobre otra; su color es verdoso, agrisado ó pardusco; su lustre grasiento ó nacarado; su peso específico 2,746. Blanquea al fuego, y se funde dando un vidrio globuloso; es difícilmente atacada por los ácidos.

Ekeberg ha encontrado esta sustancia compuesta del siguiente modo:

Sílice.	46
Alúmina.	28,75
Cal.	13,50
Protóxido de hierro.	0,75
Sosa.	5,25
Agua.	2,25
Pérdida.	3,50

Berzelius habia representado en un principio esta sustancia por la fórmula $9\ A\ Si + 3\ Ca\ Si^2 + Nas^2$; pero en su clasificacion posterior ha admitido $8\ A\ Si + 3\ Ca\ Si^2,\ Na\ Si^2$. La primera fórmula se acerca mas que la segunda á los datos que ofrece el análisis, y está mas en armonía con las leyes conocidas de composicion; pero las relaciones conducen mas bien á la fórmula $10\ A\ Si + 3\ Ca\ Si^2 + Na\ Si^2$.

Parece evidente que hay aqui una mezcla de diferentes materias, pero que es difícil establecer con datos positivos; todo lo que puede hacerse es dejarse guiar por las divisiones posibles de la fórmula. Estas divisiones conducen á las fórmulas $3\ (A\ Si + Ca\ Si^2) + (A\ Si + Na\ Si^2)$ ó bien $2\ (3\ A\ Si + Ca\ Si^2) + (4\ A\ Si + Na\ Si^2)$. En ambos casos habria una mezcla de dos sustancias, cuyas análogas no se encuentran en las composiciones conocidas, de donde parece resultar que la ekebergita, debe formar una especie particular, que por el momento, al menos, puede colocarse despues de la nefelina.

XXVIII ESPECIE.—CORDIERITA.

(*Dicroita, Iolita, Steinheltita, Fahlunita dura, Zafiro de agua, Siderita*).

La cordierita es una sustancia que forma un prisma de base exágona regular, su color es violado ó azulado; su peso específico es 2,56; raya el vidrio y es rayada por el topacio; no da agua por la calcinacion; se funde difícilmente y es insoluble en los ácidos.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\ Si^5\ Ma = 3\ A\ Si + Ma\ Si^2$; entre sus análisis pueden citarse las siguientes:

Cordierita, por Stromeyer.

Sílice.	49,170
Alúmina.	33,106
Magnesia.	11,454
Protóxido de hierro.	4,338
Protóxido de manganeso.	0,037
Pérdida al fuego.	1,204

Falunita, por Stromeyer.

Sílice.	50,247
Alúmina.	32,422
Magnesia.	10,847
Protóxido de hierro.	4,004
Protóxido de manganeso.	0,682
Pérdida al fuego.	1,664

Cordierita cristalizada. Se presenta en prismas exágonos, simples ó modificados en las aristas laterales ó en las aristas de las bases.

Cordierita amorfa. Forma pequeños nidos, vítreos en diversas rocas.

Cordierita irisada ó aventurinada. Presenta una multitud de puntos centelleantes, como pajitas de diferentes colores.

Depósitos. Se halla diseminada en los granitos y en los micasquitos en Baviera y Groenlandia, y en las masas de cobre piritoso en Finlandia y Suecia. La iolita que se refiere á esta especie, se encuentra particularmente en los traquitos, tobas traquíticas, y tobas basálticas cerca de Nijar, en la provincia de Almería.

Las variedades de un buen color azul ó violado, se emplean en la joyería y son las que se designan con el nombre de zafiro de agua. Tambien se pulimenta la variedad irisada, que es de muy buen efecto.

XXIX ESPECIE.—THOMSONITA.

(*Needlestone, Nadelstein, Mesotypa*).

Es una sustancia blanca que cristaliza en prismas rectos, de base cuadrada, cuya altura y lado son poco mas ó menos como los números 22 y 31; su peso específico es 2,37; no raya el vidrio; da agua por la calcinacion; se hincha al soplete y se funde con dificultad; se disuelve en los ácidos formando gelatina, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion puede quizá expresarse por la fórmula $A^3\ Si^4\ Ca\ Aq^2 = 3\ A\ Si + Ca\ Si + 2\ Aq$, que es la wernerita hidratada.

Análisis de Berzelius.

Sílice	38,30
Alúmina	30,20
Cal	13,54
Sosa	13,53
Magnesia	0,40
Agua	13,10

Análisis de Thomson.

Sílice	36,80
Alúmina	38,36
Cal	15,40
Magnesia	0,20
Peróxido de hierro	0,60
Agua	13,
Pérdida	2,64

Berzelius ha admitido la fórmula 12 $A\ Si^3 + 3\ Ca\ Si + Na\ Si + 10\ Aq$, que concuerda con su análisis pero en la cual la cantidad de oxígeno del agua, no es múltiple del oxígeno de la sílice, como parece exigir el conjunto de las observaciones sobre la composicion de los cuerpos. Ahora bien, esta fórmula se divide en dos, á saber: 3 ($A\ Si + Ca\ Si + 2\ Aq$) y 3 $A\ Si + Na\ Si + 4\ Aq$, cuyo primer miembro es la fórmula que hemos adoptado, y el segundo es una sustancia particular. La análisis de Thomson, concuerda tambien con la misma suposicion de mezcla que se hallaria en relaciones diferentes considerando la pérdida como representacion de la sosa, y no puede dar la fórmula de Berzelius.

Thomsonita cristalizada. Se presenta en prismas de bases cuadradas, simples ó modificados en las aristas de los ángulos. Se encuentra en las rocas amigdaloideas y basálticas de Kilpatrick, cerca de Dumbarton en Escocia.

XXX ESPECIE.—CARFOLITA.

(*Strohstein ó piedra de paja*).

Es una sustancia fibrosa de color amarillo de paja, bastante brillante, y que no raya el vidrio; su peso específico es 2,93; da agua por la calcinacion; se funde dificilmente al soplete, produciendo un vidrio pardo opaco; da indicios de manganeso con el carbonato de sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\ Si^4\ Mn\ Aq^2 = 3\ A\ Si + Mn\ Si + 2\ Aq$, segun la siguiente

Análisis de Stromeyer.

Sílice	36,154
Alúmina	26,669
Protóxido de manganeso	19,160
Protóxido de hierro	2,290
Cal	0,271
Acido fluórico	1,470
Agua	10,780

Se encuentra en el granito con el espato fluor y el cuarzo en Schlackenwalde, en Bohemia.

Especies probables. *Latrobita. Diploita.* Es una sustancia que se presenta en prismas romboidales de unos 93° 30'; su peso específico es 2,8; no raya el vidrio; blanquea al fuego y se funde dificilmente en los ángulos; se compone segun la análisis de Gmelin, de

Sílice	44,633
Alúmina	36,814
Cal	8,281
Potasa	6,585
Oxido de manganeso	3,160
Magnesia	0,628
Agua	2,041

lo cual da la fórmula $A^4\ Si^5\ (Ca, K, M, mn) = 4\ A\ Si + (Ca, K, M, mn)\ Si$. Por consiguiente, esta sustancia debe formar una especie particular, que se colocaria despues de la casfolita.

Se encuentra con feldspato, mica, y caliza espática, en la isla de Amitok, en la costa del Labrador.

Edingtonita. Es una sustancia blanca agrisada, que forma un prisma rectangular; su peso específico es 2,71; raya solamente el espato calizo; da agua por la calcinacion, se funde dando un vidrio claro, se disuelve en los ácidos formando gelatina; su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^4\ Si^6\ Ca\ Aq^4 = 4\ A\ Si + Ca\ Si^2 + 4\ Aq$, segun la análisis de Turner que ha producido

Sílice	35,09
Alúmina	27,69
Cal	12,98
Agua	13,32

Se encuentra en Kilpatrik Hill, cerca de Dumbarton, acompañada, segun se asegura, de la hamotomœ y la thomsonita.

XXXI ESPECIE.—ANORTITA.

Esta sustancia se encuentra en cristales que se derivan de un prisma oblícuo con base de paralelógramo, oblicuángulo cuyos ejes laterales se hallan inclinados entre sí 117°48' y 62°32', y sobre la base 94°12' y 85°48' 110°57' y 69°3'. Su peso específico es 2,763; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible en esmalte blanco; es soluble por digestion en el ácido hidroclórico; su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^8\ Si^{11}\ Ca^2\ Ma = 8\ AS + 2\ CS + MS$, segun la análisis de Rose, ó tal vez $A^3\ Si^4\ (Ca\ Ma)$, que seria la wernerita, bajo otro sistema de cristalizacion. Las cantidades que arroja el análisis son:

Sílice	44,49
Alúmina	34,46
Peróxido de hierro	0,74
Cal	15,68
Magnesia	5,26

Anortita cristalizada. Se presenta en prismas oblícuos, en la apariencia romboidales ó exágonos, modificados en sus ángulos ó en sus aristas.

Se encuentra en las rocas de Dolomia del Somma, donde ha sido confundida con la nefelina, acompañada de piroxena verde, trasluciente, y de mica.

XXXII ESPECIE.—PINITA.

Es una sustancia cuyos cristales se derivan de un prisma rectangular recto; su peso específico es 2,98; es blanda; se deja rayar fácilmente por un punzon de acero, y su polvo es suave al tacto; blanquea al fuego, da un poco de agua y se funde en los bordes dando un vidrio blanco globuloso; es dificilmente atacable, y solo en parte por el ácido hidroclórico.

Su composicion es todavía dudosa; un análisis hecho por Gmelin, ha dado:

Sílice	55,96
Alúmina	25,48
Potasa	7,89
Sosa	0,39
Cal, indicios.	
Oxido de hierro	5,51
Magnesia y óxido de manganeso	3,76
Agua y materia animal	1,410

lo cual produce la fórmula $A^3\ Si^7\ K=3\ A\ Si^2+K\ Si$.

Pinita cristalizada. Se presenta en prismas rectangulares, modificados en las aristas laterales por una ó varias caras que determinan diferentes prismas romboidales, y producen asi prismas de ocho, doce y diez y seis planos; rara vez se hallan modificados en las aristas de las bases por facetas pequeñas.

Pinita cilindriodea. Presenta los cristales anteriores embotados, ó tan cargados de facetas, que estan redondeados.

La pinita, se encuentra diseminada en rocas graníticas mas ó menos porfídicas, de posicion poco conocida. Se cita tambien en un gran número de lugares en Saboya, Baden, Escocia y Connecticut; pero no es cierto que en todos estos lugares sea la misma especie.

XXXIII ESPECIE.—TRIFANA.

(*Spodumena, Zeolita de Suecia.*

Es una sustancia verdosa ó agrisada, de lustre grasiento ó nacarado, capaz de exfoliarse paralelamente á los planos de un prisma romboidal de 100° próximamente; su peso específico es 3, 19; se deja rayar por un punzon de acero; se hincha y funde al soplete dando un vidrio incoloro; tratado con la sosa sobre una hoja de platino produce una mancha parda sobre el metal.

Su composicion segun Berzelius se expresa por la fórmula $A^3\ Si^9 L+3A\ Si^2=LSi^3$. Los análisis han dado:

á Arfvedson.

Sílice.	66,40
Alúmina.	25,30
Litina.	8,85
Oxido de hierro. . . .	1,45

á Stromeyer.

Sílice.	63,29
Alúmina.	28,78
Litina.	5,63
Oxido de hierro. . . .	0,79
Oxido de manganeso. .	0,20
Pérdida al fuego. . . .	0,77

El primer análisis daria la fórmula $2\ A\ Si^2+LSi^3$; la segunda conduciria á $4\ A\ Si^2+L\ Si^3$ y asi parece bastante difícil establecer la composicion con alguna certidumbre.

Depósitos. La trifana se encuentra en nidos, en rocas graníticas, ó algunas veces en capes pequeñas en el Tirol, en Irlanda, en Escocia y en la América del Norte.

XXXIV ESPECIE.—CHABASIA.

(*Cubcela, Zeolita cúbica*).

Es una sustancia blanca, cristalizada en formas que se derivan de un romboedro obtuso de 94° 46′ y 85° 14′; su peso específico es 2, 7; se deja rayar por un punzon de acero; da agua por la calcinacion; se hincha y funde al soplete dando un vidrio espumoso; es soluble por digestion en los ácidos, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco. Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\ Si^9\ Ca\ Aq^6=3\ A\ Si^2+Ca\ Si^3+6\ Aq$. Sus análisis mas notables son los siguientes:

Análisis de Berzelius.

Sílice.	50,65
Alúmina.	17,90
Cal.	9,93
Potasa.	1,70
Agua.	19,90

Análisis de Arfvedson.

Sílice.	48,38
Alúmina.	19,28
Cal.	8,70
Potasa.	2,50
Agua.	21,40

Chabasia cristalizada. Se presenta en romboedros simples ó modificados sobre las aristas superiores, ó sobre los ángulos laterales ó endodecaedros rebajados, mas ó menos modificados en los ángulos laterales.

Depósitos. La chabasia pertenece á los terrenos de amigdaloide ó de basalto y quizá á las dioritas porfídicas y á los criaderos metalíferos; es decir, los mismos depósitos que las escoleritas, mesotipas, lhomsonitas etc.; pero por lo general existen cavidades particulares, rera vez con estas diversas sustancias. Se encuentra en el Palatinado, en el Tirol, en Bohemia, en Hungria en las islas Hébridas y algunos otros puntos.

Apéndice. *Zeolita roja de Ædelfors.* Es una sustancia laminosa, granugienta ó compacta, en la cual ha encontrado Hisinger:

Sílice.	53,76
Alúmina.	18,47
Cal.	10,90
Agua.	11,23

lo cual produce la fórmula $A^3\ Si^9\ Ca\ Aq^3=3\ A\ Si^2+Ca\ Si^3+3\ Aq$, y por consiguiente una chabasia con la mitad menos de agua.

Existe sin embargo otro análisis de una zeolita roja de Ædelfors, hecho por Retzius, que parece indicar mas bien una heulandita.

Mesolina de Berzelius; este sabio ha encontrado en dicha sustancia:

Sílice..	47,50
Alúmina.	21,40
Cal..	7,90
Sosa.	4,80
Agua..	16,19

lo cual da $A^3\ S^8\ (Ca,\ Na)\ Aq^4=3\ A\ Si^2+Ca\ Si^2+4\ Aq$, y parece por consiguiente indicar una especie particular que no es la mezcla ni las mesolitas y que no puede ser colocada sino cerca de la chabasia.

Levina. Es una sustancia que forma romboedros de 100° 31′ y 79° 29′, que puede decirse no es mas que chabasia con base de sosa, y debe constituir una especie particular distinta de la chabasia por los ángulos y por la propiedad de no precipitar por el oxalato de amoniaco. Puede mezclarse en todas proporciones con la chabasia caliza; se encuentra en Escocia y en Feroe.

Aquí pueden agregarse algunas sustancias que segun los análisis conocidos, deben colocarse en la serie de las combinaciones que nos ocupan; es decir, de las materias que contienen tres átomos de bisilicato de alúmina con un átomo de silicato ó bisilicato etc. de cal ó de un isomorfos; tales son las siguientes:

Labradorita. (*Feldspato opalino*). Es una sustancia de reflejos vivos y cambiantes, azules, verdes, rojos etc., su peso específico es de 2,70 á 2,75; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete dando un vidrio globuloso; es soluble por digestion en el ácido hidroclórico; su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion es la siguiente segun el análisis de Klaproth:

Sílice..	55,75
Alúmina.	26,50
Cal.	11,00
Sosa.	4,00
Oxido de hierro..	1,25
Agua.	0, 0

lo cual conduce á la fórmula 3 $A\ Si^2 + Ca\ Si$ y daria una especie particular que deberia colocarse cerca de la anfigena. Berzelius ha sacado de los análisis la fórmula 12 $A\ Si + 3\ C\ Si + Na\ Si^2$ ó 3 $A\ Si + (Ca, Na)\ Si^2$ lo cual aproximaria estas sustancias á la *Escolexerosa*: seria útil hacer nuevos análisis con los medios de precision que hoy se poseen.

La labradorita se ha observado en un principio en fragmentos rodados ó en masas, en rocas graníticas sobre la costa del Labrador en la parte mas septentrional de América; despues se ha encontrado en las costas de Finlandia y á orillas del Neva.

Gabronita. Es una sustancia litóidea, amarillenta de un lustre grasiento; su peso específico es de 2,74; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete dando un vidrio opaco; es soluble por digestion en el ácido hidroclórico; su disolucion precipita muy poco por el oxolato de amoniaco.

Está compuesta segun el análisis de Jhon de:

Sílice.	54
Alúmina.	24
Sosa.	17,25
Magnesia.	1,50
Oxido de hierro.	1,25
Agua.	2

que dan las fórmulas 3 $A\ Si^2 + Na\ Si$ ó bien 2 $A\ Si^2 + (Na, Ma, f) Si^2$; la primera análoga á la de la labradorita, donde únicamente la sosa reemplazaria la cal; la segunda indica una sustancia que seria aun inmediata á ella, pero diferente por las proporciones.

Muchos mineralogistas consideran á la gabronita como una variedad de wernerita; pero como tiene base de sosa, podria mas bien compararse con la eleolita y por consiguiente colocarla en la especie nefelina.

XXXV ESPECIE.—ANFIGENA.

(*Leulita, Granatita, Granate del Vesuvio, granate blanco, Leucolita*).

Es una sustancia que forma dodecaedros romboidales ó trapezoideos; su peso específico es de 2,37 á 2,48; raya difícilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion; es infusible; es soluble por digestion en los ácidos; su disolucion no precipita por el oxalato de amoniaco; pero tratada por el carbonato de amoniaco y filtrada da despues de la evaporacion y la calcinacion una materia alcalina que precipita por el hidroclorato de platino.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\ Si^8\ K = 3\ A\ Si^2 + K\ Si^2$ segun los análisis.

Anfigena del Vesuvio por Arfvedson.

Sílice.	56,10
Alúmina.	23,10
Potasa.	21,15
Oxido de hierro.	0,95

Anfigena de Albano por Klaproth.

Sílice.	54
Alúmina.	23
Potasa.	23

La anfigena no se encuentra sino en los depósitos de orígen ígneo; por una parte en las lavas modernas del Vesuvio; en las lavas antiguas de Frascati, Tivoli, Albano etc.; en tobas volcánicas y en las rocas modificadas por los agentes volcánicos; por otra en las rocas basálticas como en varios puntos del país de Baden.

XXXVI ESPECIE.—ANALCIMA.

(*Zeolita dura, Cubizita, Sarkolita*).

Esta sustancia cristaliza en el sistema cúbico; su peso específico es 2, 53; no raya el vidrio; da agua por la calcinacion; es fusible sin hincharse y da un vidrio transparente; es soluble en los ácidos; la disolucion tratada por el carbonato de amoniaco y filtrada, deja despues de la evaporacion y de la calcinacion un residuo alcalino que no precipita por el hidroclorato de platino.

Su composicion es la que manifiesta la fórmula $A^3\ Si^8\ Na\ Aq^2 = 3\ A\ Si^2 + Na\ Si^2 + 2\ Aq$ segun los análisis siguientes:

Análisis de Rose.

Sílice.	55,12
Alúmina.	22,99
Sosa.	13,53
Agua.	8,27

Análisis de Vauquelin.

Sílice.	58
Alúmina.	17
Sosa.	10
Cal.	2
Agua.	8,5

Analcima cristalizada. Se presenta en cubos, ya simples, ya modificados sobre los ángulos sólidos, algunas veces sobre las aristas, ó en trapezoedros.

Analcima laminosa. Se presenta en cristales grandes, cuya superficie es lisa y cuyo interior se compone de cristales colocados confusamente y que producen una estructura laminosa en la fractura.

La analcima pertenece á las rocas amigdaloideas ó basálticas y se encuentra en un gran número de lugares como en las islas Cíclopes, en el Vicentino, en el valle de Fassa en el Tyrol, en Dumbarton en Escocia, en las islas Hébridas etc. Tambien se la ha citado en varios criaderos metalíferos de Noruega.

XXXVII ESPECIE.—LAUMONITA.

(*Zeolita eflorescente, Zeolita de Bretaña*).

Esta sustancia es blanca y forma prismas oblícuos romboidales de unos 92° 30′ y 87° 30′ cuya base está inclinada respecto al eje unos 125°; su peso específico es de 2, 2; se convierte en polvo por la exposicion al aire; da agua por la calcinacion; es fusible en un vidrio globuloso; es soluble en los ácidos y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion es probablemente la que expresa la fórmula $A^3\ Si^8\ Ca\ Aq^4 = 3\ A\ Si^2 + Ca\ Si^2 + 4\ Aq$ segun el siguiente análisis de Gmelin

Sílice.	48,3
Alúmina.	22,7
Cal.	12,1
Agua.	16

Berzelius ha admitido la fórmula $A^4\ Si^{10}\ Ca\ Aq^6 = 4\ A\ Si^2 + Ca\ Si^2 + 6\ Aq$ fundándose en el análisis de Vogel que habia encontrado,

Sílice.	49
Alúmina.	22
Cal.	9
Agua.	17,50
Acido carbónico. . . .	2,50

Pero haciendo abstraccion del ácido carbónico y

teniendo presente que la laumonita va acompañada de carbonato de cal, se verá que el ácido debe proceder de la presencia de esta sal que debe empezarse por formar; en este caso queda la fórmula $A^6\ Si^{15}\ Ca\ Aq^9 = 6\ A\ Si^2 + Ca\ Si^2 + 9\ Aq$ menos probable que la que hemos admitido porque el oxígeno de la sílice y el del agua no son múltiples uno de otro.

Laumonita cristalizada. Se presenta en prismas romboidales oblícuos, simples ó terminados por dos facetas principales en bisel modificadas algunas veces por diferentes facetas pequeñas supernumerarias.

La *laumonita pulverulenta*, no es mas que un resultado de alteracion en nuestras colecciones.

La laumonita tal como acabamos de describirla se encuentra únicamente en algunas minas de plomo de Bretaña.

Observacion. Se refieren á la laumonita, algunas sustancias cristalinas que se encuentran en las hendiduras de la protogina ó en las rocas que de ella dependen, que tienen una gran análogía de forma con esta sustancia, y materias mas ó menos pulverulentas que se llaman eflorecidas y que se encuentran en nidos en las dioritas porfídicas; pero segun los diferentes ensayos, estas materias parece que contienen menos agua que la laumonita de Bretaña aun cuando está eflorecida, porque entonces no pierde su agua. Por otra parte, los cristales de los Alpes no se hacen polvo al aire y por último segun algunas observaciones la forma es diferente.

XXXIX ESPECIE.—HIDROLITA.

(*Gmelinita, Sarkolita*).

Esta sustancia forma prismas exágonos regulares, simples ó terminados por pirámides de seis caras, inclinadas sobre el prisma 131° 48′; su peso específico es de 2, 05; no raya el vidrio; da agua por la calcinacion; se funde al soplete, hinchándose y produciendo un vidrio blanco; es soluble en los ácidos; su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco y da un residuo alcalino, por la adicion del carbonato de amoniaco, la filtracion, evaporacion y calcinacion.

Está compuesta como indica la fórmula $A^4\ Si^{11}\ (Ca, Na)\ Aq^8 = 4\ A\ Si^2 + (Ca, Na)\ Si^3 + 8\ Aq$ segun el siguiente análisis de Vauquelin

Sílice.	50
Alúmina..	20
Cal.	4,5
Sosa.	4,5
Agua.	21.

Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora sino en rocas amigdaloideas en el Vicentino, y en Irlanda.

El nombre de *Sarkolita* se dió primitivamente á una sustancia en cristales oblícuos truncados en los ángulos de color rojo de carne encontrada por Thomson en los minerales del Somma, que se han creido reconocer por analcima. Despues se ha dado este mismo nombre á una analcima rosada de Montechio Maggiore, y por último á la sustancia que nos ocupa. Esta habia sido reconocida por Leman en las amigdaloides del Vicentino descubiertas por Dolomieu, y su color rosado le habia hecho imaginar que era la sarkolita de Thomson; pero despues de el análisis que hizo de ella Vauquelin y que se ha comparado equivocadamente con el de la analcima, despues de la reunion de la sarkolita del Somma, á la analcima por Haüy, Leman distinguió la sustancia que habia observado y la dió el nombre de *hidrolita*.

XL ESPECIE.—HARMOTOMA.

(*Andreolita, Andreasbergolita, Jacinto blanco cruciforme, Ercinita, Kreustein, Piedra de Cruz*).

Es una sustancia blanca que cristaliza en un prisma recto rectangular, su peso específico es de 2, 35 á 2, 40; no raya el vidrio ó le raya difícilmente, da agua por la calcinacion; es fusible en un vidrio claro, es soluble en los ácidos, y su disolucion precipita abundantemente por el ácido sulfúrico.

Su composicion es poco conocida; Berzelius la expresa por la fórmula $4\ A\ Si + Bo.\ Si^4 + 6\ Aq$; pero ninguno de los análisis conduce á este resultado y entre los que se han hecho citaremos algunos para demostrar la diferencia de las fórmulas que producen y que es mayor en todas las demás.

Harmotoma de Andreasberg por Klaproth.

Sílice.	49
Alúmina..	16
Barita..	18
Agua.	15

$4\ A\ Si^2 + Ba\ Si^4 + 6\ Aq.$

La misma por Gmelin y Hepel.

Sílice.	56,30
Alúmina	14,50
Barita..	17,52
Cal..	1,00
Sosa.	1,25
Agua.	11,69

$3\ A\ Si^5 + Ba\ Si^3 + 4\ Aq.$

Estas grandes diferencias sobre todo en los análisis modernos, hacen necesarios nuevos análisis comparativos de las hannotomas baríticas, y de las sustancias análogas á base de cal y de potasa.

Harmotoma cristalizada. Se presenta en prismas rectangular terminado por pirámides simples ó modificadas, sobre dos aristas opuestas.

Harmotoma cruciforme. Se presenta en prisma como los anteriores, reunidos de cuatro en cuatro.

Depósitos. La harmotoma se encuentra en las rocas amigdaloideas en el Palatinado, y en Hesse Darmstadt donde va acompañada de chabasia, ó en varios criaderos metalíferos de Noruega y Escocia, y mas comunmente con los minerales de plomo donde va acompañada de la estillita.

Apendice *Gismondina.* (*Harmotoma, Zeagonita, Abrazit*). Es una sustancia blanca, cristalizada en prisma recto, rectangular. Raya difícilmente el vidrio. Da agua por la calcinacion: es fusible con aumento de volúmen en vidrio globuloso; es soluble en los ácidos; su disolucion no precipita ó precipita poco por el ácido sulfúrico, y precipita por el oxalato de amoniaco.

Es imposible establecer su composicion; se ve solamente por los análisis, que la cal ó la potasa reemplazan la barita en una sustancia análoga á la harmotoma por sus caracteres exteriores, y que contiene tambien un bisilicato de alúmina.

Gismondina cristalizada. Se presenta en prisma rectangular terminado por una pirámide que parece un poco mas aguda que en la harmotoma.

Gismondina cruciforme. Se presenta en prismas simples sin pirámides y agrupados de cuatro en cuatro.

Se encuentra en las rocas amigdaloideas ó basálticas, en Hesse Darmstadt y en Escocia, en las antiguas lavas del Vesuvio, y en las de la campiña de Roma.

SUB-GÉNERO FELDSPATO.

A. XLI ESPECIE.—ORTHOSA.

(*Feldspato, Espato centelleante, Espato fusible, Adularia*).

Es una sustancia que cristaliza en un prisma oblícuo romboidal, cuyos ángulos son de unos 120° y 60°

y cuya base se halla inclinada sobre los planos 112° y 68.° Es susceptible de dos exfoliaciones, la una siguiendo las bases, y la otra siguiendo el plano que pasa por dos diagonales oblícuas opuestas, y que en este caso forman entre sí un ángulo recto; su peso específico es de 2, 39 á 2, 58; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete en esmalte blanco é inatacable por los ácidos. El líquido procedente de la materia tratada por el nitrato de barita, el ácido nítrico y el carbonato de amoniaco, deja por la evaporacion un residuo alcalino que precipita por el hidroclorato de platino, y da pocos ó ningunos cristales eflorescentes por el ácido sulfúrico.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\,Si^{12}\,K = 3\,A\,Si^3 + K\,Si^3$ segun el análisis siguiente:

Sílice.	66,75
Alúmina.	17,50
Potasa	12
Cal.	1,25
Oxido de hierro.	0,75

Otros muchos análisis se citan en los cuales se advierte alguna diferencia con las relaciones de composicion admitidas en la fórmula; es de presumir que procedan de diferentes mezclas que deben ser muy frecuentes en la orthosa puesto que esta sustancia tan comun en la naturaleza se encuentra asociada á otras muchas, y contiene de todas especies que se hallan diseminada en ella á veces en partículas muy finas.

Variedades de la especie. *Orthosa cristalizada*, Se presenta en prismas oblícuos romboidales, rara vez simples y por lo general modificados en los ángulos sólidos y en las aristas y frecuentemente desfigurados por el ensanche de ciertas caras respecto á otras.

Orthosa maclada. Forma grupos de cristales diferentes reunidos de dos en dos, de tres en tres, de cuatro en cuatro etc., y que presentan ángulos salientes y entrantes de toda especie.

Orthosa globular. Se presenta en glóbulos mas ó menos grandes implantados en las variolitas en diferentes materias compactas llamadas feldspatos, en el pórfido orbicular de Córcega etc. etc.

Orthosa laminar. Forma masas que se dividen fácilmente en placas mas ó menos gruesas.

Orthosa esquistosa. Se compone de hojas mas ó menos gruesas separadas por barnices micáceos.

Orthosa granular. Se compone de granos y laminillas muy apretadas, muchas veces con cristales pequeños de cuarzo entremezclados.

Orthosa compacta. Hay ciertamente variedades compactas de orthosa, pero se designan asi un sin número de materias que probablemente no pertenecen á la especie y que se reunen á las materias feldspáticas por efecto de la fusibilidad en esmalte blanco, lo cual es bien insignificante ó bien porque no se sabe que hacer de ellas.

Variedades por mezcla ó descomposicion. *Orthosa anfibolosa*, *cloritosa* etc. Es una sustancia compacta que contiene materias verdes en polvo fino, que se consideran como actinota, clorita etc., pero que podrian muy bien pertecer á otras sustancias. Se ha encontrado un trapp de Suecia, que segun el análisis debia estar coloreado por una especie de chamonita. Estas variedades forman la base de las dioritas simples ó porfídicas (pórfido verde).

Orthosa ferruginosa. Está colorada probablemente por el óxido rojo de hierro, constituye la base del pórfido rojo antiguo, de muchas rocas porfídicas de orígen ígneo etc.

Orthosa piroxénica. Esta sustancia contiene materias negras en polvo fino que se consideran como piroxenas augitas. Forma la base de las doleritas y de los basaltos.

Orthosa descompuesta. Es una sustancia mas ó menos alterada, hasta formar materias terrosas (kaolin).

Variedades de color, lustre etc., *Orthosa limpia*. (*adularia*). Es una sustancia de lustre vítreo, mas ó menos tranparente.

Orthosa opaca. Es blanca ó colorada, de diferentes matices, frecuentemente rojiza, ó rojo de carne, gris etc.

Orthosa verde. (*Piedra de las Amazonas*). Se ha encontrado al pié de los montes Urales, junto al rio Oüi, cerca de la fortaleza de Troïtzka. Se presenta en masa exfoliable, de un hermoso color verde.

Orthosa opalizante (*feldspato de Friedrichswan*). Es de bellos reflejos azules cambiantes, y de diversos colores.

Orthosa cambiante (*piedra de luna*). Es blanca semitransparente, con reflejos interiores nacarados y da una luz suave como la luna. Se encuentra en Ceylan y en el San Gotardo.

Orthosa nacarada. Tiene un lustre nacarado muy vivo, y se encuentra en Ceylan.

Orthosa aventurinada. (*Piedra del sol*). Es una materia trasluciente salpicada de pajas brillantes de color de oro ó de cobre rojo de muy buen efecto.

Depósitos. La orthosa pertenece á los terrenos de critalizacion; algunas veces forma por sí sola capas mas ó menos gruesas compactas ó laminosas, en medio del gneiss; pero por lo general entra como parte constitutiva de diferentes rocas compuestas. Forma parte del gneiss y de la leptinita, donde está asociada á la mica que se halla dispuesta por hojas en la masa y le da una estructura esquistosa; algunas veces estas hojas se reducen á un simple barniz, y la orthosa casi pura presenta una masa esquistoidea que se divide en placas mas ó menos gruesas. Forma tambien parte constitutiva esencial de los granitos, de las protojinas de las pegmatitas donde está asociada á un mismo tiempo con mica y cuarzo, ó de las sienitas donde se halla asociada al anfíbol. En las pegmatitas está mas aislada, y es por consiguiente mas distinta que todas las demás rocas, siendo en ella particularmente donde presenta hermosas variedades laminar, granular etc.

Se consideran las variedades compactas como base de la mayor parte de las rocas porfídicas de las dioritas y de las doleritas y aun de muchas lavas.

Las variedades cristalinas se encuentran diseminadas en todas las rocas que acabamos de citar, ya en cristales aislados, ya en grupos pequeños empastados en el resto de la masa que frecuentemente se desagrega con facilidad en torno de ellos, y los deja en descubierto. Estos cristales se dibujan con mas ó menos limpieza en la mayor parte de los pórfidos, en los cuales forman manchas rectangulares y donde se distinguen por un color diferente del de la pasta. Otras veces tapizan cavidades ó hendiduras en el interior de estas mismas rocas y aun forman en ellos filones.

No se puede citar ninguna localidad para la orthosa porque se encuentra en todas partes. Los lugares mas notables para la belleza de los cristales, son el San Gotardo, en los montes Adula y Stella, donde se encuentran las variedades llamadas adularias, Baveno sobre el lago Mayor, donde las variedades son opacas, ó de color rojo de carne muy bien cristalizadas y muchas veces macladas. Los granitos de Auvernia en Francia, contienen tambien cristales puros que se separan con facilidad y que se encuentran desprendidos en las rocas alteradas. En España se observa muy abundante en la provincia de Toledo, en el Escorial y en las montañas de Guadarrama.

Usos. Hemos dicho anteriormente que las rocas de que forma parte la orthosa, se emplean en la construccion; que se usan variedades de granito, de sienitas y de pórfidos para el adorno de los edificios; el

feldspato verde, el feldspato opalino, se usan para objetos pequeños como cajas, vasos, relojes etc. La variedad cambiante, ó piedra de luna, tiene mucho uso en la joyería cuando es buena; la de Ceylan sobre todo que es la mas estimada; se han tallado algunas variedades de la adularia del San Gotardo, pero que producen poco efecto. La mejor variedad para la joyería, es la orthosa aventurinada que se vende generalmente á elevado precio.

B. XLII ESPECIE.—ALBITA.

(*Feldspato, Chorlo blanco, Clavelandita, Tatrartina, Feldspato vítreo, Periklina, Sanidina*).

Es una sustancia que cristaliza en el sistema prismático oblícuo, á base de paralelógramo oblicuángulo, su peso específico es 2, 61; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible en esmalte blanco é inatacable por los ácidos. Da cuando se la trata como la orthosa un residuo alcalino que produce cristales eflorescentes con el ácido sulfúrico.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\,Si^{12}\,Na = 3A\,Si^3 + N\,Si^3$; entre los análisis que se han hecho de esta sustancia se cita el de Rose que es como sigue:

Sílice.	68,65
Alúmina.	19,91
Sosa.	9,12
Magnesia, indicios.	
Oxido de hierro y de manganeso. . .	0,28

Albita cristalizada. Se presenta en prismas modificados sobre las aristas y sobre los ángulos sólidos.

Albita laminar. Se presenta en masas divisibles en placas mas ó menos gruesas, por lo general curvas.

Albita hojosa. Es la misma, divisible en hojas delgadas.

Albita granular. (*Piedra de azúcar*). Presenta una reunion de granos brillantes y blancos, y se parece en efecto al azúcar en pilones.

Albita fibrosa. Se presenta en láminas amontonadas unas sobre otras y cuya reunion presenta en la fractura perpendicular á su plano, un tejido fibross, de fibras divergentes algunas veces entrelazadas:

Albita palmeada. Se presenta en masas laminares sobre cuyas láminas se dibujan estrías dispuestas en palmas.

La albita es casi siempre blanca, algunas veces amarillenta, verdosa, rojiza. Parece que forma la base de ciertos basaltos, de muchas lavas, y aun se puede admitir de las variedades piroxénicas y ferruginosas.

La albita pertenece tambien á los terrenos de cristalizacion: se encuentra en las hendiduras de la protogina ó de las rocas que de ella dependen; algunas veces diseminada en las mismas rocas. Existe en pequeños montones en las pegmatitas. Se la cita tambien en los granitos de diferentes localidades: se la encuentra con la orthosa en Baveno, y cubre y continúa sus cristales: existe abundantemente diseminada en los traquitos; en los basaltos en muy pequeños cristales, en las lavas modernas y antiguas (en el Vesuvio, campiñas de Roma y el Etna.) La albita es asimismo parte constitutiva esencial de algunas rocas, como de la eufotida (Alpes de la Saboya), quizá de algunas variedades de variolitas, y de la roca hypersthenica de la isla de Skye.

APÉNDICE. *Feldspato de carnate.* Ya hemos hecho notar que la indianita que se ha considerado como feldspato, debe estar colocada junto á la nefelina segun los análisis de Laugier; pero se encuentra en el mismo depósito una sustancia verdosa, trasluciente de un lustre grasiento, y algunas veces opalino, que tiene tambien caracteres análogos de los feldspatos y que Breithaupt ha considerado como la labradorita. Una sustancia análoga por sus caracteres exteriores y tambien por sus reacciones en los ensayos químicos, se encuentra en los mismos lugares en cristales pequeños rectangulares de donde se ha sacado por el análisis:

Sílice.	61,0
Alúmina.	18,0
Cal.	8,5
Sosa.	2,1

donde se ve que es la misma composicion que en los feldspatos; pero como la cal domina mucho, parece resultar de ella una especie particular que se diferencia por otra parte en que la materia es atacable por los ácidos, y la disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Sin duda esta propiedad de ser atacada por los ácidos, es la que ha hecho pensar á Breithaupt que el feldspato verdoso del Carnate se referia á la labradorita. Este feldspato verdoso, es enteramente semejante por los caracteres exteriores á los cristales pequeños que se han analizado y es probable que tenga la misma composicion, es igualmente soluble y su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco; se ve que las proporciones que acabamos de indicar no son las de la labradorita, á lo menos segun el análisis de esta sustancia por Klaproth.

Reuniremos tambien aquí diferentes materias homogéneas que se consideran como mas ó menos análogas al feldspato, pero entre las cuales se formaran probablemente varias especies, cuando se hayan podido hacer investigaciones comparativas acerca de su composicion tales son las siguientes:

Petro-silex. Sustancia compacta de fractura concóidea, ó de un lustre graso y fractura astillosa.

Algunos mineralogistas colocan los petro-silex entre los feldspatos compactos, y los consideran como rocas compuestas; pero muchos de estos petro-silex, son visiblemente homogéneos y tienen sin duda composiciones definidas; ya se deba indudablemente separar de ellos el petrosilex rojo de Salberg, de que haremos una especie bajo el nombre de *Adinola* y es probable que deba hacerse lo mismo con otros muchos.

Lava vítrea de Cantal (retinita y obsidiana de Cantal). Sustancia vítrea, verde, fusible al soplete en esmalte blanco y de la cual ha sacado Berthier.

Sílice.	64,40
Alúmina.	15,64
Potasa.	5,40
Cal.	1,20
Magnesia.	1,20
Oxido de hierro.	4,30
Agua.	7,10

Este análisis puede conducir á considerar la sustancia como orthosa que se habia mezclado con materia extraña, si se hace abstraccion del agua; pero si se toma el agua en consideracion, se obtendrá la formula $3\,A\,Si^3 + K\,S^3 + 3\,Aq$ que formaria una sustancia cuyo lugar es á continuacion de la estilbita.

Obsidiana y marekanita. Estas son sustancias vítreas de fractura ancha, y concoidea, de color negro ó negruzco, rara vez verde, que se inclinan mucho antes de fundirse en esmalte blanco. Los principales análisis han dado los resultados siguientes:

Obsidiana por Vanquelin.

Sílice.	78
Alúmina.	10
Potasa.	6
Cal.	1
Oxido de hierro.	3,6

$2\,A\,Si^6 + K\,Si^6$

Marekanita por Klaproth.

Sílice.	77,50
Alúmina.	11,75
Sosa.	7
Cal.	0,50
Oxido de hierro.	1,25
Pérdida al fuego.	0,50

$$3\,A\,Si^5 + Na\,Si^3$$

Se ve que estas sustancias no se aproximan ni á la albita ni á la orthosa, y que segun estos análisis tampoco tienen mas relacion ellas entre sí. Se encuentran en los terrenos traquíticos, y en los volcanes modernos.

Retinita, (*Pechstein*). Es una sustancia vítrea, que pasa á litoidea, fusible con poco aumento de volúmen, en esmalte blanco. Su análisis por Klaproth, ha dado los resultados siguientes:

Sílice.	73,00
Alúmina.	14,50
Sosa.	1,75
Cal.	1,00
Oxido de hierro.	1,10
Pérdida al fuego.	8,50

Cuya fórmula es: $7\,A\,Si^5 + (Na,\,Ca,\,f)\,Si^4$

Las retinitas pertenecen á los terrenos de grés ullífero y de grés rojo (valle de Tribisch junto á Meissen en Sajonia, Grantola, sobre el lago Mayor, isla de Aran, etc., etc.).

Perlita, (*Perlstein*). Es una sustancia vítrea, mas ó menos nacarada, de estructura testácea.

Su análisis por Vauquelin da los siguientes resultados, en la perlita de Méjico:

Sílice.	77
Alúmina.	13
Potasa y sosa.	2,70
Cal.	1,50
Oxido de hierro.	2
Pérdida al fuego.	4

$$5\,A\,Si^5 + (K,\,f)\,Si^5$$

La perlita pertenece á los terrenos traquíticos, y se encuentra en los Montes euganeos, en Hungría y en Méjico.

Esferolita. Es una sustancia litoidea, que se presenta en estriados del centro á la circunferencia, implantada en la perlita ó en la obsidiana. Su análisis da los resultados siguientes:

Sílice.	79,12
Alúmina.	12
Potasa y sosa.	3,58
Protóxido de hierro.	2,45
Agua.	1,76

$$5\,A\,Si^6 + (K,\,f)\,Si^5$$

Cuya composicion como vemos es bastante parecida á la de la perlita.

Pomez. Sustancia porosa, ligera, de naturaleza vítrea y poros á veces muy prolongados, que dan ademas una estructura fibrosa. Su análisis por Klaproth da los resultados siguientes:

Sílice.	77,50
Alúmina.	17,50
Sosa y potasa.	3
Oxido de hierro.	1,75

XLIII ESPECIE.—PETALITA.

(*Berzelita, Anfvedsonita*).

Es una sustancia blanquecina ó poco coloreada, de lustre vítreo, ó ligeramente nacarado; su peso específico es 2,44; raya difícilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete en esmalte blanco; es inatacable por los ácidos, y produce una mancha parda sobre la hoja de platino, cuando se le funde con la sosa.

Su composicion se expresa probablemente por la fórmula $3\,A\,S^3 + L\,S^3$ y su análisis por Gmelin da los resultados siguientes:

Sílice.	74,17
Alúmina.	17,41
Litina.	5,16
Cal.	0,32

La petalita no se conoce aun mas que en masa laminosa; tampoco se la ha encontrado mas que en una localidad, en peñascos grandes en la isla de Uto en Sudhermania, donde parece pertenecer á los depósitos de pegmatita; va acompañada de turmalina, de lepidolita, de trifana, etc. Se la cita tambien en la costa Norte del lago Ontario en la América septentrional.

XLIV ESPECIE.—ESTILBITA.

(*Zeolita nacarada, hojosa ó laminosa*).

Es una sustancia blanca, brillante, que cristaliza en un prisma rectangular, recto, cuya altura y lados son entre sí como los números 2, 3, y 5: su peso específico es 2,16; no raya el vidrio; es poco frágil; se vuelve opaca al fuego, exfoliándose y fundiéndose con hervor; es soluble en los ácidos, difícilmente forma en ellos gelatina en frio; su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\,Si^{12}\,Ca\,Aq^6 = 3\,A\,Si^3 + Ca\,Si^3 + 6\,Aq$, y sus análisis dan los resultados siguientes:

Sílice.	59,25
Alúmina.	15
Cal.	5,35
Potasa.	4,75
Agua.	16

Estilbita cristalizada. Se presenta en prismas rectangulares, modificados sobre las aristas por caras de prismas romboidales ó sobre los ángulos sólidos, algunas veces muy aplanados, y presentando láminas exagonales, terminadas en bisel sobre cuatro de sus caras laterales.

Estilbita flabeliforme. Se presenta en cristales aplanados agrupados los unos sobre los otros.

Estilbita fibrosa, palmeada. Proviene de la variedad precedente, cuando los grupos estan quebrados.

Depósitos. La estilbita pertenece particularmente á los depósitos de rocas amigdaloideas ó basálticas (en Rædefjords en Islandia, en las islas Feroe y en las Hébridas); existen tambien en las rocas graníticas de los Alpes, en el San Gotardo, á orillas del lago Mayor, y en los Pirineos; es bastante notable que en estas localidades acompaña ya á la orthosa, ya á la albita, cuyas fórmulas presenta con agua en combinacion. Se encuentra tambien en los criaderos metalíferos de varios puntos de Noruega.

XLV ESPECIE.—EPISTILBITA.

Esta sustancia es blanca, nacarada, y forma un prisma romboidal recto de 135°20′; su peso específico es 2,25; no raya el vidrio; se vuelve opaca hinchándose y fundiéndose difícilmente al soplete; forma gelatina con los ácidos y su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $A^3\,Si^{21}$

Ca Aq^{5}=3 *A Si*^{3}+*Ca Si*^{3}+5 *Aq*. Su análisis por Beudant da los resultados siguientes:

Sílice	58,61
Alúmina	17,03
Cal	8,21
Sosa	1,20
Agua	13,80

Epistilbita cristalizada. Se presenta en pequeños prismas romboidales, simples ó modificados sobre los ángulos.

Epistilbita acicular. Se presenta en prismas pequeños muy prolongados, agrupados entre sí y divergentes, en penachos pequeños.

La epistilbita se encuentra con la estilbita y con la heulandita, sobre las cuales se hallan implantados sus penachos ó sus cristales.

Los cristales de epistilbita podrian en rigor ser referidos á la forma adoptada para la estilbita; pero la diferencia en la cantidad de agua que parece constante, la manera en que se halla colocada esta sustancia sobre los cristales de estilbita y heulandita, que se halla en relacion con lo que vamos á ver en las especies siguientes, hacen creer, que se debe formar con ella una especie particular.

XLVI ESPECIE.—HIPOSTILBITA.

Es una sustancia blanca, mate, ó poco brillante, que se presenta en glóbulos lisos, compuestos de estrias muy finas ó compactas, sin brillo en la fractura; su peso específico es 2,14; no raya el vidrio; se funde dificilmente en los bordes del fragmento; se hincha un poco, y se vuelve áspera en la superficie, es soluble en los ácidos sin formar gelatina, y su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion es probablemente la que expresa la fórmula *A*^{3} *Si*^{10} *Ca Aq*^{6}=3 *A Si*^{3}+*Ca Si*+6 *Aq*, y su análisis por Beudant da el resultado siguiente:

Sílice	42,53
Alúmina	18,32
Cal	8,10
Sosa	2,41
Agua	18,70

Ha sido observada con la estilbita, la epistilbita y la esferostilbita, en una geoda de rocas amigdaloideas de la isla de Faro.

XLVII ESPECIE.—ESFEROSTILBITA.

Se presenta en glóbulos estriados del centro á la circunferencia; de un lustre nacarado, muy brillante en la fractura; su peso específico es 2,31; la superficie de los glóbulos se deja rayar por la uña; las fibras son flexibles; raya el carbonato de cal; es fusible con exfoliacion y aumento de volúmen; es soluble en los ácidos formando gelatina, y su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula *A*^{3} *S*^{11} *Ca Aq*^{6}=3 *A S*^{3}+*Ca S*^{2}+6 *Aq*. Las análisis de Vauquelin y Beudant, dan los resultados siguientes:

Analisis de Vauquelin.

Sílice	52
Alúmina	17,50
Cal	9
Agua	18

Análisis de Beudant.

Sílice	55,91
Alúmina	16,61
Cal	9,03
Sosa	0,68
Agua	17,84

Esta sustancia se encuentra en los mismos depósitos que las sustancias anteriores.

XLVIII ESPECIE.—HEULANDITA.

(*Estilbita acelerada, anamórfica, octoduodecimal de Haüy*).

Es una sustancia brillante que forma un prisma rectangular oblicuo, cuya base está inclinada al eje 130°; su peso específico es 2,51; raya fácilmente la estilbita; no raya el vidrio, y es bastante frágil; se vuelve opaca al fuego, se funde hinchándose, es soluble en los ácidos; forma dificilmente gelatina, y su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula 4 *A S*^{3} +*Ca S*^{3}+6 *Aq*, y su análisis da el siguiente resultado:

Sílice	59,90
Alúmina	16,83
Cal	17,19
Agua	13,43

Heulandita cristalizada. Se presenta en prismas oblicuos, simples ó modificados en sus ángulos sólidos.

Heulandita testácea. Forma cristales muy aplanados, cóncavos en una cara, y aplicados unos sobre otros.

La heulandita se encuentra en los mismos lugares y en los mismos depósitos que la estilbita, pero rara vez con ella en la misma cavidad.

XLIX ESPECIE.—BREWSTERITA.

Es una sustancia blanca, transparente ó trasluciente, que forma un prisma rectangular oblicuo, cuya base está inclinada respecto al eje unos 94°. Su peso específico es 2,4. Raya el vidrio; al soplete se vuelve opaca; despues se hincha y se funde dificilmente; es soluble en los ácidos formando gelatina, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion, segun Berzelius, se expresa por la fórmula 4 *A S*^{3}+(*C N*) *S*^{3}+8 *Aq*. Su análisis no se conoce.

Se encuentra en Stronthian en Escocia, acompañada de carbonato de cal.

L ESPECIE.—ADINOLA.

(*Petrósilex de Salberg, Petrosilex agatoideo, Feldspato compacto*).

Es una sustancia homogénea, compacta, roja, de fractura astillosa, de lustre grasiento, trasluciente en los bordes, que raya el vidrio, y se funde dificilmente al soplete, dando un esmalte blanco.

Su composicion da la fórmula 3 *A Si*^{6}+*N Si*^{3} segun el siguiente análisis de Berthier:

Sílice	79,5
Alúmina	12,2
Sosa	6,0
Magnesia	1,1
Oxido de hierro	05

Se encuentra en Salberg en Suecia.

SILICO-ALUMINATOS.

LI ESPECIE.—ZAFIRINA.

Es una sustancia en masa cristalina, laminosa, de un color azul zafiro, que tira mas ó menos al gris verdoso ó al verde negruzco. Su peso específico es 3,42; raya el cuarzo y es rayado por el topacio. Es infusible al soplete.

Su composicion segun la análisis de Stromeyer, es la siguiente:

Sílice.	14,51
Alúmina.	63,11
Magnesia.	16,85
Cal.	0,38
Oxido de hierro.	3,92
Oxido de manganeso.	0,53
Agua.	0,49

Lo que nos da la fórmula $A^4\ Si\ (Ma,\ Ca,\ f)=A\ Si+(Ma,\ Ca,\ f)\ A^3$

Esta sustancia descubierta por Gicsecke, se encuentra en Fiskenals, en Groenlandia, en un micasquisto.

LII ESPECIE—GAMUSITA.

Es una sustancia compacta ú oolítica, de un color gris verdoso, es magnética. Su peso específico es de 3 á 3,4. Se deja rayar por un punzon de acero. Da agua por la calcinacion en un tubo cerrado, adquiriendo entonces un color negruzco, y haciéndose mas magnético. Es atacable por los ácidos, dejando un depósito gelatinoso de sílice. Su disolucion precipita abundantemente por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion da la fórmula $A\ Si^2\ f\ Aq^4=2\ f\ S+f^2\ A+4\ Aq$, mas ó menos mezclada con carbonato de cal, de magnesia, etc., segun la análisis siguiente de Berthier:

Sílice.	14,3
Alúmina.	7,8
Protóxido de hierro.	60,5
Agua.	17,4

Se encuentra en capas poco extensas, pero sí muy numerosas, en los depósitos calcáreos de las montañas de Chamoison, alrededor de San Mauricio, en el Valés. Es explotada con ventaja como mineral de hierro, y da unos productos de muy buena calidad.

LIII ESPECIE.—BERTHIERINA.

Es una sustancia azulada, agrisada, ó de un color gris oliváceo; es rayada por un punzon de acero, y tiene propiedades magnéticas. Es atacable por los ácidos, dejando un coágulo gelatinoso de sílice; su disolucion en ácido nítrico, precipita abundantemente en azul, por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $A\ Si^2\ f^5\ Aq=2\ f\ Si+fe^3\ A+Aq$, mezclada con el hidrato de peróxido de hierro, con carbonato de hierro, etc.; su análisis da el resultado siguiente:

Sílice.	12,4
Protóxido de hierro.	74,7
Alúmina.	7,8
Agua.	5,1

Esta sustancia es conocida por un trabajo hecho por Berthier sobre los minerales de hierro en granos. Este sabio ha encontrado en varios minerales de Champaña, Borgoña, y Lorena, cierta cantidad de una sustancia en que no se habia fijado la atencion, y que les comunica la propiedad magnética. Esta sustancia forma granos pequeños que muchas veces no se diferencian en el exterior de los del hidrato de peróxido, ó de carbonano de hierro, que constituyen esencialmente estos minerales. Algunas veces no se encuentran en ellos sino en muy corta cantidad; pero en otros casos forma un 8 ó un 10 por 100, y aun hay algunos que contienen cerca de la mitad.

Silicatos aluminosos mal conocidos. Serpentina amarillenta transparente de Aaker. Muchas sustancias diferentes se designan con el nombre de serpentina; pero la variedad presente, parece que debe constituir una especie particular, puesto que contiene alúmina, que no se ve en ninguna otra. Lychnell ha encontrado en ella.

Sílice.	35,28
Alúmina.	13,73
Magnesia.	35,35
Protóxido de hierro.	1,79
Betun ácido carbónico.	6,28
Agua.	7,33

de donde haciendo abstraccion del ácido carbónico, se puede sacar la fórmula $A\ Si+2\ M\ Si+Aq$, lo cual formaria evidentemente una especie particular.

Esta serpentina se encuentra en la caliza espática de Aaker en Sudermania.

Hisingerita. Es una sustancia laminosa, negra, blanda, y de polvo verdoso; se funde al soplete dando una escoria negra; su peso específico es 3,04; se compone segun el análisis de Hisinger de

Sílice.	27,50
Alúmina.	5,50
Protóxido de hierro.	47,80
Oxido de manganeso.	0,77
Agua.	11,75

de donde se puede sacar la fórmula $A\ Si+4\ f\ Si+4\ Aq$ ó bien $A\ Si^2+4\ f\ Si+4\ Aq$. Se encuentra diseminada en las calizas laminosas de la mina de Gillinge, parroquia Svarta en Sudermania.

Clorisa. Es una sustancia de color verde, compuesta de pequeñas láminas, mas ó menos brillantes, agregadas con mayor ó menor fuerza.

Las diferentes sustancias que llevan este nombre, presentan composiciones bastante análogas unas á otras, segun las análisis siguientes:

Clorita escamosa por Berthier.

Sílice.	26,8
Alúmina.	19,6
Protóxido de hierro.	23,5
Magnesia.	14,3
Potasa.	2,7
Agua.	11,4

$$2\ A\ Si+(M,\ K,\ f,)^2\ Si+2\ Aq.$$

Clorita esquistosa por Gruner.

Sílice.	29,50
Alúmina.	15,62
Oxido de hierro.	23,39
Magnesia.	21,39
Cal.	1,50
Agua.	7,38

$$A\ Si+(M,\ f,\ Ca,)^2\ Si+Aq.$$

Clorita escamosa por Vauquelin.

Sílice.	26
Alúmina.	18,5
Protóxido de hierro.	43
Magnesia.	8
Potasa.	2
Agua.	2

$$2\ A\ Si+(M,\ K,\ f)^3\ Si.$$

Clorita laminosa por Lampadius.

Sílice.	35
Alúmina.	18
Magnesia.	29,9
Oxido de hierro.	9,7
Agua.	2,7

$$2\ A\ Si+(M,\ f)^5\ Si^2.$$

Estos análisis tienen todos de comun, el que presentan un silicato de alúmina, con un subsilicato de las bases de un átomo de oxígeno; pero difieren unas

de otras por el órden de los sub-silicatos, por las relaciones de las dos sales, y si todas son exactas; hay necesariamente varias sustancias confundidas con el mismo nombre.

Nacrita. Las sustancias que se designan con este nombre son blanquecinas de lustre nacarado, y se presentan en granos reunidos, cada uno de los cuales se divide en pequeñas escamas untuosas. Los análisis de Vauquelin han dado:

En una.

Sílice	50
Alúmina	26
Potasa	17,5
Cal	1,5
Oxido de hierro	5
Indicios de ácido hidroclórico.	

En otra.

Sílice	56
Alúmina	18
Potasa	8
Cal	3
Oxido de hierro	4
Agua	6
Pérdida	5

El primer análisis daria $3\ A\ Si + K\ Si^3$, lo cual seria una sustancia análoga á la escolexerosa, pero á base de potasa.

El segundo pòdria dar $3\ A\ Si^2 + K\ Si^3 + 2\ Aq$, y seria una sustancia particular sino hay error.

Estas materias se encuentran en las rocas micáceas ó talcosas de los Alpes.

Glaucolita. Es una sustancia vítrea, azulada ó violada, de lustre grasiento, compacta, con una ligera tendencia á la testura laminosa; su peso específico varía de 2,721 á 2,9 y 3,2; raya dificilmente el vidrio; es fusible al soplete, y da un vidrio blanco globuloso.

Su análisis da el siguiente resultado:

Sílice	50,583
Alúmina	27,600
Cal	10,266
Magnesia	3,733
Potasa	1,266
Sosa	0,866
Pérdida al fuego	1,733
Pérdida	0,887

De lo cual se deduce la fórmula $3\ A\ Si + (Ca, Ma, K, Na)\ Si^3$; Berzelius admite otra que es $12\ A\ Si + 3\ Ca\ Si^3 + Na\ Si^3$.

Esta materia se encuentra en montañas graníticas y calizas á orillas del Sliudianka que desemboca en el lago Baikal.

Isopira. Sustancia vítrea, de color gris negruzco ó negro aterciopelado, opaca, trasluciente en los bordes que obra débilmente sobre la aguja imantada. Su peso específico es 2,9; es dificilmente atacable por los ácidos.

Su análisis ha dado el resultado siguiente:

Sílice	47,09
Peróxido de hierro	20,07
Alúmina	13,91
Cal	15,43
Oxido de cobre	1,94

lo cual parece dar la fórmula $3\ (A, F,)\ Si + Ca\ Si^6$.

Esta materia que tiene analogía con la obsidiana por los caracteres exteriores, ha sido observada en masas pequeñas amorfas en el granito, en la parte occidental del Cornwall.

Davina. Es una sustancia cristalina, blanca, en prismas de seis planos; su peso específico es 2, 3; forma gelatina con los ácidos, y su análisis ha dado el resultado siguiente:

Sílice	42,91
Alúmina	33,28
Cal	10,02
Oxido de hierro	1,25
Agua	7,43
Pérdida	3,11

lo que parece dar la fórmula $5\ A\ Si + Ca\ Si^2 + 2\ Aq$.

La davina se encuentra en las lavas del Vesuvio.

Esmaragdita. *Dialaga verde, verde di Córsica.* Es una sustancia, de un hermoso color verde, hojosa, y de lustre nacarado, en la fractura paralela á las hojas; su peso específico es 3: casi raya el vidrio, es fusible al sopleto y da un vidrio agrisado ó verdoso.

Vauquelin ha sacado de ella por la análisis:

Silice	50
Alúmina	21
Oxido de cromo	7,5
Cal	13
Magnesia	6
Oxido de hierro	5,5
Oxido de cobre	1,5
Pérdida	4,5

de donde se podria sacar la fórmula $2\ (A, Ch)\ Si + (Ca, M, f)\ Si^2$. Sin embargo, como hay aquí una pérdida considerable, y la esmaragdita se halla diseminada en una albita compacta, seria posible que se hubiese escapado en el análisis un álcali, y que en tal caso, el contenido de alúmina perteneciera á una fórmula feldspática.

Haidinger, ha creido poder admitir que la esmaragdita, era una mezcla de anfibol, y de piroxena; esto es posible, pero es necesario explicar la presencia de la alúmina que no se encuentra sino accidentalmente en estas dos sustancias.

La esmaragdita, se encuentra como parte constitutiva de una roca de base de albita subordinada á los depósitos de protogina de los Alpes.

Bombita. Es una sustancia compacta, de granos muy finos y de un color negro azulado; raya el cuarzo; su peso específico es 3, 21; es fusible con hervor al soplete, y da un vidrio amarillento.

Laugier ha obtenido de ella por el análisis:

Sílice	50
Alúmina	10,5
Oxido de hierro	25
Magnesia	3,5
Cal	0,5
Carbon	3
Azufre	0,3

Considerando que una porcion de hierro se halla en estado de peróxido, se deduciria la fórmula $(A, F) + (f, M)\ Si$; si se considera todo el hierro en estado de peróxido, se tendrá $8\ (A, F)\ Si^2 + M\ Si$.

No se conoce bien el depósito de esta sustancia que ha sido encontrada en las cercanías de Bombay. Laugier por su análisis ha considerado esta sustancia como una piedra de toque; pero esta expresion vaga, no significa nada en general, porque hay piedras de toque de todas clases.

Piedra de jabon (*Seifenstein*). Es una sustancia agrisada ó azulada, muy untuosa, y que se corta como jabon. Un análisis de Klaproth presenta:

Sílice	45
Alúmina	9,25
Magnesia	24,75
Oxido de hierro	1
Agua	18

$A\ Si^2 + 2\ M\ Si^2 + 4\ Aq.$

Se encuentra en Cornwall en venas que atraviesan la serpentina.

Pimelita. Es una sustancia de color verde manzana, suave al tacto, que se deja rayar ó cortar por un instrumento cortante. Da agua por la calcinacion; es atacable por los ácidos; el licor amoniacal procedente de la separacion de la alúmina presenta un tinte azul violado.

Las investigaciones analíticas de Klaproth, han dado el siguiente resultado respecto á su composicion:

Sílice	84
Alúmina	12
Oxido de Niquel	37,50
Oxido de hierro	11
Magnesia	3
Cal	1
Pérdida al fuego	91,50
	240,00

de donde se deduciria quizá la fórmula $A\ Si^2 + 2\ Ni\ Si^3 + 15\ Aq$. Pero es necesario examinar esta sustancia de nuevo, porque es posible que no sea mas que un silicató de niquel hidratado, mezclado con materia aluminosa extraña.

Es claro qué se ha considerado equivocadamente esta sustancia como una serpentina ó talco, coloreado por el óxido de niquel; porque por una parte, la magnesia existe en muy corta cantidad para formar un talco ó una serpentina, y por otra, el óxido de niquel, no puede hallarse en estado libre y como materia colorante. Parece evidente que este óxido está en combinacion, y en tal caso, se le debe considerar como sustituyendo la magnesia con la cual es isomorfo, en un compuesto doble aluminoso ó como formando un silicato, cuyo órden no se puede fijar, y que se halla mezclado con un silicato aluminoso desconocido. En todos casos es bien claro que se debe formar una especie particular porque seria ridículo colocar silicato de niquel, en la misma especie que el silicato de magnesia ó de cualquiera otro cuerpo, aun cuando fuera de la misma fórmula.

Dipira. Esta sustancia se presenta en prismas muy pequeños que parecen ser de base octógona regular; su peso específico es 2,63; raya el vidrio; blanquea al fuego; es fusible dando un vidrio blanco globuloso; es atacable por los ácidos, y su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco.

El análisis de Vauquelin ha dado:

Sílice	60
Alúmina	24
Cal	10
Agua	2

$4\ A\ Si^2 + Ca\ Si^3$, lo cual haria de este mineral una hidrolita anhidra; pero no se tiene gran confianza en este análisis que ha sido hecho sobre una corta cantidad de materia.

Killinita. Es una sustancia de color verde claro, ó amarilla parduzca, laminosa; su peso específico es 2,70; no raya el vidrio; es fusible en esmalte blanco, y se compone segun el análisis de

Sílice	52,49
Alúmina	24,50
Potasa	5
Oxido de hierro	2,49
Agua	5

lo cual daria $8\ A\ Si^2 + K\ Si^4 + 3\ Aq.$

Se asegura que existe en Irlanda en un filon de granito que atraviesa el micasquisto, y acompañada de trifana, etc.

Antofillita. Sustancia laminosa, parduzca, de lustre metálico, divisible en prismas romboidáles de unos 116° y 74°; su peso específico es 2, 3; raya dificilmente el vidrio; es rayada por el cuarzo é infusible al soplete.

Segun el análisis de Jhon, se compone de

Sílice	62,66
Alúmina	13,33
Magnesia	4
Cal	3,33
Oxido de hierro	12
Oxido de manganeso	3,25
Agua	1,43

lo que da la fórmula $A\ Si^3 + (M, f)\ Si^2$.

Se encuentra en capas en el micasquisto en Noruega y Groenlandia.

Nefrita. Jade nefrítico, piedra de hacha, ceraunita. Esta sustancia es verdosa ó blanquecina, compacta, y de lustre grasiento; su peso específico es 2,95; raya el vidrio; es muy tenaz y se funde en un esmalte blanco. Está formada segun el análisis de

Sílice	50,50
Alúmina	10
Magnesia	31
Oxido de hierro	5,50
Oxido de cromo	0,05
Agua	2,75

lo cual daría la fórmula $A\ Si^3 + 3\ M\ Si^2$.

Este mineral viene de la China tallado de diferentes maneras.

Tierras verdes aluminosas. Estas son sustancias verdes, terrosas, mas ó menos agregadas, muy blandas, fusibles ó infusibles que dan agua por la calcinacion; son mas ó menos atacables por los ácidos, y su disolucion precipita abundantemente con el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion es dificil establecer de una manera exácta. Existen probablemente diferentes especies que se distinguen unas de otras por las proporciones; pero contienen todos una cantidad bastante grande de silicatos de hierro de diferentes órdenes que se pueden considérar como combinados con silicatos de alúmina, ó quizá mezclados con estos silicatos; en este último caso, las tierras verdes que reunimos aquí deberian colocarse al lado de las que citaremos en los silicatos no aluminosos. Expondremos aquí algunas de los diferentes análisis que se conocen.

Tierra verde de Lossosna por Klaproth.

Sílice	51,50
Alúmina	12,00
Oxido de hierro	17
Magnesia	3,50
Cal	2,50
Sosa	4,50
Agua	9,00

De este análisis se puede sacar la fórmula $2\ A\ Si^3 + 3\ (f, M, Ca, Na)\ Si + 3\ Aq$, y si se considera el hierro como en estado de peróxido, se tendria $3\ (A, F)\ Si^2 + (M, Na)\ Si^3 + Aq$; que seria la fórmula de la acmita con agua.

Esta tierra verde, se encuentra cerca de Lossosna en las nuevas provincias prusianas, en materias arenosas con las cuales se halla mezclada.

Los análisis siguientes que se deben á Berthier, ofrecen otras varias combinaciones de los mismos

principios y parecen conducir á las fórmulas colocadas al pié de cada una de ellas sin que puedan sin embargo adoptarse definitivamente, porque seria posible que nuevas observaciones explicaran los análisis de otro modo y formaran diferentes silicatos de hierro mezclados con silicatos aluminosos.

Tierra verde de Timor.

Sílice.	46
Alúmina.	11,7
Protóxido de hierro.	17,4
Magnesia.	8
Cal.	3,6
Agua.	13,9

$(A, F)\ Si^2+(f, m)\ Si^2+2\ Aq.$

Tierra verde de la Creta.

Sílice.	49,7
Alúmina.	6,9
Protóxido de hierro.	19,5
Potasa.	10,6
Agua.	12

$A\ Si^2+2\ (f, K)\ Si^3+3\ Aq.$

Zeolita de Borkhult. Es una sustancia de color de violeta, laminosa, que raya el vidrio, y se funde al soplete, dando un vidrio trasluciente; su peso específico es 2,28. Segun Hisinger está formada de

Sílice.	51,50
Alúmina.	30
Cal.	8
Oxido de hierro.	0,75
Materia volátil.	5
Indicios de magnesia	

lo cual no se puede referir á ninguna de la materias llamadas zeólitas, y solo se puede deducir la fórmula $4\ A\ Si^3+Ca\ A^2+2\ Aq$; esta seria una especie particular que deberia colocarse con los sílico-aluminatos. Berzelius distinguió en otro tiempo esta sustancia por medio de la fórmula $3\ A\ Si+Ca\ S^2$ que no concuerda con el análisis.

Se ha encontrado en una capa caliza cerca de la mina de hierro de Borkhult, acompañada de esfeno.

Leelita. Sustancia roja, compacta, de fractura concoidea astillosa, trasluciente en los bordes; su peso específico es 2,71. Segun Clarke está formada de

Sílice.	75
Alúmina.	22
Oxido de manganeso.	2,5

Se encuentra en Westmania.

Mineral de Finlandia. Es una sustancia opaca de color negro. verdoso y lustre grasiento; su peso específico es 2,70. Se compone segun el análisis de

Sílice.	43,78
Alúmina.	6,20
Protóxido de hierro.	34,10
Magnesia.	5,00
Oxido de cobre.	3,00
Agua.	7,02

lo cual conduciria quizá á la fórmula $A\ Si^4+4\ f\ Si+2\ Aq.$

Se encuentra en venas en el cobre piritoso ó en la caliza en Finlandia.

Pagodita. *Talco gláfico, agalmatolita, lardita, koreita, esteatita, bildstein.* Esta sustancia es compacta, de lustre grasiento, suave al tacto, de color blanco rojizo, rojo de carne, agrisado ó verdoso; se deja rayar fácilmente por un punzon de acero; su peso específico 2, 6, da agua por calcinacion, volviéndose dura, lustrosa y escamosa; es infusible y sus análisis han dado los resultados siguientes:

Pagodita amarilla de China por Vauquelin.

Sílice.	56
Alúmina.	29
Potasa.	7
Cal.	2
Oxido de hierro.	1
Agua.	5

Pagodita roja de China por Jhon.

Sílice.	55,50
Alúmina.	31,00
Potasa.	5,25
Cal.	2,00
Oxido de hierro.	1,25
Agua.	5

La primera análisis daria $4A\ Si^4+K\ A^4+3Aq$, faltando solamente un poco de agua para llegar á $4Aq$ y hacer la fórmula regular. La segunda análisis daria $5A\ S^4+K\ A^5+3Aq$. En todo se ve que las pagoditas son sílico-aluminatos, que necesitan ser examinados de nuevo.

Las verdaderas pagoditas vienen de la China en forma de fibrillas pequeñas.

Cimófana. *Crisoberilo, crisopalo, crisolita oriental y cambiante.* Es una sustancia vítrea, de color verde amarillento, que cristaliza en el sistema prismático rectangular; su peso específico es de 3,59 á 3,75; raya fácilmente el vidrio, y es rayada por el espinel; no da agua por la calcinacion; es infusible al soplete; difícilmente atacable por la fusion con la sosa, é insoluble en los ácidos.

Se compone segun el análisis de las sustancias siguientes:

Sílice.	5,999
Alúmina.	68,660
Glucina.	16
Oxido de Titano.	2,666
Protóxido de hierro.	4,723
Agua.	0,666
Pérdida.	1,270

Variedades. *Cimófama cristalizada.* Se encuentra en prismas rectangulares simples ó modificados por prismas romboidales y terminados por vértices de dos cuatro y seis caras.

Cimófana rodada. Se presenta en cristales desfigurados por el acarreo en las arenas de los arroyos.

Cimófana amorfa. Forma nidos pequeños vítreos, en las pegmatitas.

Cimófana cambiante. Presenta reflejos azulados con un tinte lechoso.

Depósitos. La cimófana se encuentra diseminada en las pegmatitas en el Connecticut, Saratoga y Estados de Nueva-York, ó bien en cristales rodados en los depósitos arenáceos, en las arenas de los rios, en Ceilan, Pegu y Brasil.

Usos. Las variedades transparentes de cimófana son muy brillantes, de muy buen efecto, en piedra tallada con facetas y en este caso son estimadas y aun de mucho precio. Se las designa con el nombre de crisolita oriental; algunas veces con el de topacio oriental, y se las confunde entonces con los corindones amarillos que llevan el mismo nombre. Las variedades cambiantes se tallan en cabujon, y no tienen valor sino cuando los reflejos son vivos y hermosos.

Margarita, (*Periglimmer*). Sustancia nacarada,

que forma prismas pequeños de ocho planos, aglomerados, de color gris perla ó rojizo; su peso específico es 3,03. Su análisis ha dado:

Sílice.	37
Alúmina.	40,50
Cal.	8,96
Sosa.	1,24
Oxido de hierro.	4,50
Agua.	1

$$A\,Si^5 + Ca\,A^4.$$

Se encuentra en nidos en las cloritas ó mezclado con estas sustancias en el Tirol.

Rubelana. Esta sustancia es de color pardo rojizo y blanda; sus cristales son pirámides de base exágona; su peso específico es de 2,5 á 2,7. Su análisis por Klaproth, ha dado el resultado siguiente:

Sílice.	45
Alúmina.	10
Oxido de hierro.	20
Cal.	10
Potasa y sosa.	10
Materia volátil.	5

Se encuentra en algunos puntos de Bohemia.

Epidoto manganesífero. Se da este nombre á una sustancia que se encuentra en forma de pequeñas agujas cristalinas, en forma cilindroidea ó en masas pequeñas, groseramente bacilares, de color rojo parduzco ó violado, en medio de un depósito de silicato de magnesia en el Piamonte. Esta sustancia está acompañada de tremolita fibrosa, ya blanca, ya coloreada del todo ó en parte de violeta mas ó menos oscuro; por esta razon se la ha considerado como anfibol manganesífero. Cordier la ha considerado como un epidoto manganesífero y ha hecho de ella el análisis siguiente:

Sílice.	33,5
Alúmina.	15,0
Cal.	14,5
Oxido de hierro.	19,5
Oxido de manganeso.	12

De donde nada se puede deducir, porque no se sabe en qué estado se hallan los óxidos y sobre todo el óxido de manganeso. Juzgamos que es imposible afirmar nada sobre esta sustancia antes de haberla examinado de nuevo bajo el aspecto químico con las precauciones convenientes. Esto es tanto mas necesario cuanto que sabemos hoy que existen varios silicatos de manganeso, cuya naturaleza no es enteramente conocida.

Silicatos aluminosos flouríferos. Micas. Las micas son sustancias foliáceas, divisibles en hojas delgadas y elásticas, de superficie brillante. Entre estas sustancias se confunden una porcion de cosas probablemente muy diferentes unas de otras y en las cuales no se puede todavía establecer divisiones sino por las propiedades ópticas, que indican sistemas de cristalizacion diferentes y aun subdivididas de diferentes maneras.

A. *Micas de un eje de doble refraccion.* Sus hojas dejan ver una cruz negra, rodeada de líneas circulares coloreadas cuando se los coloca entre dos láminas de turmalina cruzadas. Sus indicaciones cristalinas conducen á adoptar el sistema romboédrico.

1.° *Eje atractivo.* La mica que presenta este carácter, cristaliza en pequeños prismas exágonos, es verdosa y un poco untuosa; se encuentra en el valle de Ala en el Piamonte y no ha sido analizada.

2.° *Eje repulsivo.* Las variedades analizadas han dado los resultados siguientes:

Mica de Siberia por Rose.

Sílice.	42,01
Alúmina.	16,05
Peróxido? de hierro.	4,93
Magnesia.	25,37
Potasa.	7,55
Acido fluórico.	0,68

$$(A, F)\,Si + (Ma, K)\,Si^2.$$

Mica de Siberia verde oscura por el mismo.

Sílice.	40
Alúmina.	12,67
Peróxido? de hierro.	19,03
Magnesia.	15,70
Potasa.	5,61
Oxido de manganeso.	0,63
Acido fluórico.	2,10

$$2(A, F)\,Si + (Ma, K)\,Si.$$

Mica negra de Siberia por Klaproth.

Sílice.	42,50
Alúmina.	11,50
Peróxido? de hierro.	22
Magnesia.	9
Potasa.	10

$$2(A, F)\,Si + (Ma, K)\,Si^2$$

Mica nacarada de Moscovia por Vauquelin.

Sílice.	40
Alúmina.	11
Peróxido? de hierro.	8
Magnesia.	19
Potasa.	20

$$(A, F)\,Si + 2\,(Ma, K, f)\,Si^2.$$

Se ve que es muy difícil deducir de estos análisis una fórmula general con alguna certidumbre; sin embargo, se puede notar que hay un fondo comun en estas sustancias.

Rose cree que todas las micas de un eje (sin duda repulsivo) puedan representarse por la fórmula $(A, F)\,Si + (Ma, K, f, mn)\,Si$, admitiendo que el hierro se encuentra comunmente parte en estado de peróxido y parte en el de protóxido. Se ve en efecto el fondo de esta fórmula en todos los análisis, pero seria posible que hubiera diferencia en las cantidades relativas de los dos miembros.

Variedades. *Mica cristalizada.* Se presenta en prismas rectos, de base exágona regular, en cristales verdosos y vítreos en el Somma, en cristales negros mas ó menos metaloideos en los basaltos y tobas basálticas de las orillas del Rhin, y en los traquitos de Hungría. No ha sido analizada.

Mica foliácea. Se encuentra en grandes hojas negras ó verdes en Siberia; en hojas amarillentas nacaradas y suaves al tacto en Moscovia; en láminas rojas coloreadas por el óxido de manganeso en el Piamonte y en láminas de color verde oscuro en diferentes lugares.

B. *Micas de dos ejes de doble refraccion.* Sus hojas manifiestan los indicios de dos sistemas de anillos coloreados y elípticos cuando se colocan entre dos láminas de turmalina cruzadas y presentan una ó varias láminas negras que atraviesan los anillos. Sus ejes son siempre repulsivos y sus indicaciones cristalinas conducen al prisma romboidal recto ú oblicuo.

Se han hecho un gran número de análisis, cuyos resultados son bastante variables.

Mica blanca nacarada por Beudant.

Sílice	51,3
Alúmina	31,9
Potasa	6,2
Cal	5,2
Magnesia	3,1
Acido fluórico	2,1
Pérdida	0,2

$$4A\,Si+(K, Ca, M)\,Si$$

Esta variedad era blanca, anacarada y en forma de pajillas elásticas amontonadas unas sobre otras. El análisis no concuerda con ninguna otra y es probable que la materia forme una especie particular.

Mica vítrea de Moscovia por Vauquelin.

Sílice	45
Alùmina	33
Peróxido de hierro	4
Potasa	15

$$6(A, F)\,Si+K\,Si^3$$

Mica de Zinwald por el mismo.

Sílice	46,4
Alúmina	18,5
Peróxido de hierro	20,0
Potasa	11,2
Oxido de manganeso	2,4

$$6(A, F)\,Si+K\,Si^4.$$

Estas dos micas parecen referirse poco mas ó menos á la misma fórmula, admitiendo que el hierro se halle en estado de peróxido, lo cual no está demostrado. En la primera podria considerarse este metal como en estado de protóxido y daria $3A\,Si^2+(K\,f)\,Si$; pero en la segunda se tendria $4A\,Si^2+3(K\,f)\,Si^2$, fórmula que es contra las leyes conocidas de composicion por consecuencia de la relacion de los números 4 y 3 entre las cantidades de oxígeno de las bases.

Bajo las relaciones ópticas, estas dos micas difieren considerablemente; en la primera la desviacion de los ejes de doble refraccion es de 64°; en la segunda no es mas que de 50°.

Mica de Varsovia por Vauquelin.

Sílice	4,9
Alúmina	2,6
Peróxido de hierro	6,8
Potasa	11,2
Agua	5

$$7(A\,F)\,Si+K\,Si^6+2\,Aq.$$

Mica de Méjico por el mismo.

Sílice	54
Alúmina	22
Peróxido de hierro	11
Potasa	10

$$8(A, F)\,Si+K\,Si.$$

Mica violada de los Estados Unidos por Vauquelin.

Sílice	48,5
Alúmina	33,9
Potasa	11,3
Oxido de manganeso	1,3
Agua	3

$$8A\,Si+K\,Si^4+Aq.$$

Estos tres análisis difieren de los precedentes por las cantidades relativas de silicato de alúmina y por el órden del silicato de potasa, y ellas entre sí difieren igualmente; dos dos de ellas contienen agua, y la tercera es notable por la anuencia de hierro. Si se considera al hierro como en estado de protóxido se tendrá:

Análisis 1.° $4A\,Si+(K, f)\,Si^3+Aq.$
Análisis 2.° $5A\,Si^2+2(K, f)\,Si^2.$

Pero la segunda fórmula parece inadmisible á causa de la relacion de los números 5 á 2.

En la primera especie de mica, el ángulo de los dos ejes de doble refraccion es de 63°; en la segunda este ángulo es de 66, y en fin en la tercera es de 74° á 76°, estas diferencias pueden asi como los análisis hacer sospechar aquí muchas especies diferentes.

Mica de Brodbo por Rose.

Sílice	46,10
Alúmina	31,60
Peróxido de hierro	8,65
Potasa	8,39
Oxido de manganeso	1,40
Acido fluórico	1,12
Agua	1,00

$$10(A, f)\,Si+K\,Si^3.$$

Mica de Uto por el mismo.

Sílice	47,50
Alúmina	37,20
Peróxido de hierro	3,20
Potasa	9,60
Oxido de manganeso	0,90
Acido fluórico	0,56
Agua	2,63

$$11(A, F)\,Si+K\,Si^4.$$

Mica de Kimito por Rose.

Sílice	46,36
Alúmina	36,80
Protóxido de hierro	4,53
Potasa	9,22
Oxido de manganeso	
Acido fluórico	0,76
Agua	1,84

$$12\,(A, F)\,Si+K\,Si^3.$$

Mica de Fahlun por el mismo.

Sílice	46,22
Alúmina	34,52
Peróxido de hierro	6,04
Potasa	8,22
Magnesia y óxido de manganeso	2,11
Acido fluórico	1,09
Agua	0,98

$$12(A, F)\,Si+K\,Si^3.$$

En estos análisis se ven tambien diferencias, aunque se puede considerarlos como hechos con cuidado; sin embargo se ve que se aproximan mucho y seria posible que las sustancias que han sido objeto de ellos se refirieran á una misma especie. Rose cree que se puede expresarlos todos por la fórmula $12\,(A, F)Si+K\,Si^3$.

La presencia del ácido fluórico en todas las micas analizadas por Rose, y hallado despues en todas las que se han examinado, puede hacer presumir que existe igualmente en las especies analizadas por Vauquelin y Klaproth.

Variedades de micas de dos ejes. *Micas cristalizadas.* Se presentan en prismas romboidales que pasan algunas veces al prisma exágono.

Mica globular testácea. Se compone de escamas cóncavas amontonadas unas sobre otras y formando un todo de superficie redondeada muy brillante.

Mica foliácea. Se presenta en hojas mas ó menos extensas.

Mica laminósa. Forma masas pequeñas compuestas de laminillas reunidas confusamente y mas ó menos agregadas, formando á veces masas esquistosas.

Mica escamosa. Se compone de escamas pequeñas, nacaradas ó brillantes que se desagregan con bastante facilidad y algunas veces estan dispuestas de manera que dan á la masa una estructura groseramente bacilar.

Mica fibrosa. Se presenta en masas compuestas de escamas pequeñas, arregladas de manera que formen fibras, ya rectas, ya divergentes del centro, ya palmeadas.

Mica en pajas. Se presenta en pajitas unas veces libres, otras diseminadas en las arénas, en los grés, en diferentes clases de rocas, ó componiendo rocas esquistosas.

Sus colores son muy variados, del negro al verde oscuro, al verde claro, al pardo, al rojo; del blanco al agrisado, amarillento, violeta, rojizo, rojo de carne etc. Su lustre es metaloideo, nacarado ó vítreo.

DEPÓSITOS. Las micas pertenecen á todos los terrenos de cristalizacion y abundan extraordinariamente en los que se llaman primitivos é intermediarios; entran en la composicion de los granitos, de los gneis, de los micasquistos, de las hialomictas de las leptinitas, y constituyen por entero los esquistos arcillosos.

Tambien forman parte esencial de ciertas rocas calizas esquistosas, donde estan uniformemente diseminadas ó en barnices entre las hojas. Por lo demás las micas se hallan diseminadas en ciertas calizas, sacaroideas ó laminosas, en las dolomias, en las dioritas porfídicas, en los traquistos, en los basaltos ó tobas basálticas, y en algunas lavas modernas. En los terrenos secundarios y terciarios no se encuentran estas sustancias sino en pajitas diseminadas en las arenas y en las materias arenáceas.

USOS. Las micas en grandes hojas sirven en Rusia para las vidrieras de los buques de guerra; tambien se usan para las vidrieras de las casas, para faroles etc., y esta sustancia es por tal concepto, un objeto de gran explotacion en Siberia. Las arenas micáceas, y sobre todo las variedades llamadas lepidolita, se usan como polvos para escribir. Las láminas de micas se usan en el colorigrado para obtener los diferentes colores segun su mayor ó menor espesor y su grado de inclinacion sobre el rayo luminoso.

SILICATOS ALUMINOSOS CLORÍFEROS. SODALITA. Esta sustancia cristaliza en dodecaedro romboidal; su peso específico es 2,37 á 2,49; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible en los bordes de los fragmentos; soluble por digestion en el ácido nítrico; su disolucion precipita por el nitrato de plata y da ademas un residuo alcalino por el tratamiento con el carbonato de amoniaco, filtracion, evaporacion y calcinacion.

Su composicion es difícil establecer en fórmula por la presencia del cloro, cuyo papel se ignora. Sus análisis han dado los resultados siguientes:

Sodalita del Vesuvio por Arfvedson.

Sílice.	35,99
Alúmina.	32,59
Sosa.	26,55
Acido hidroclórico. . . .	5,30

Sodalita de Groenlandia por Thomson.

Sílice.	38,52
Alúmina.	27,48
Sosa y potasa.	23,50
Cal.	2,10
Oxido de hierro. . . .	1,00
Acido hidroclórico. . .	3,10

Berzelius admite la fórmula 2 $A\ Si + Na\ Si^2$ haciendo abstraccion del cloro.

DEPÓSITOS. La sodalita del Vesuvio se encuentra en cristales en las cavidades de la dolomia de la fosa grande del Vesuvio. La de Groenlandia se cita en capas de seis á doce piés en el micasquisto de algunas montañas; tambien se asegura que existe en la Abadía de Laach á orillas del Rhin.

SILICATOS ALUMINOSOS QUE CONTIENEN ÁCIDO BÓRICO. TURMALINA. *Chorlo eléctrico*, *Iman de Ceylan*, *Afrisita*, *Apirita*, *Indicolita*, *Daurita*, *Rubelita*, *Siberita.* Estas sustancias cristalizan en el sistema romboédrico, y presentan prismas exágonos no simétricos, modificados en sus aristas laterales ó en sus vértices; su peso específico es de 3 á 3,42; rayan el cuarzo y son rayadas por el topacio; desarrollan por el calor una electricidad mas marcada que ninguna otra sustancia; no dan agua por la calcinacion; se funden difícilmente al soplete con mas ó menos aumento de volúmen.

Su composicion es difícil de fijar. Antiguos análisis habian demostrado la presencia de la sosa en varias materias designadas con el nombre de turmalina; pero parece que lo que se tomó por sosa, era litina, sustancia descubierta mas recientemente. Los análisis modernos han demostrado en todas las variedades la presencia del ácido bórico que no se habia advertido en otro tiempo; pero todavía dejan mucho que desear bajo todos conceptos. Las investigaciones mas exactas han dado resultados análogos á los siguientes:

Turmalina azul de Uto por Arfvedson.

Sílice.	40,30
Alúmina.	40,50
Litina.	4,30
Oxido de hierro. . . .	4,05
Oxido de manganeso. . .	1,50
Acido bórico.	1,10
Sustancias volátiles. . .	3,60

Turmalina roja de Siberia por Gmelin.

Sílice.	39,37
Alúmina.	44,00
Potasa.	1,29
Litina.	2,52
Oxido de manganeso. . .	5,02
Acido bórico.	4,18
Materias volátiles. . . .	1,58

Se conocen ademas de estos un gran número de análisis; pero á pesar de ellos, es imposible establecer fórmulas de composicion, lo cual consiste por una parte, en que no se ve cual sea el papel que desempeña el ácido bórico en estos compuestos, y por otra, en que no se sabe precisamente el estado en que se encuentran los óxidos de hierro y de manganeso, y por consiguiente si reemplazan á la alúmina ó á las bases de un átomo; es probable que entren de una y otra manera. Seria útil hacer algunos análisis de turmalina incolora que desgraciadamente es muy rara, y que sin duda conduciria á fórmulas por medio de las cuales se podria sacar partido de los análisis que hemos citado.

VARIEDADES. *Turmalina cristalizada.* Se presenta lo mas comunmente en cristales no simétricos ya por los vértices, ya por los prismas; en prismas de seis ó de nueve planos; seis de una especie y tres de otra, terminados por romboedros simples por un lado, y

modificados por otro; ó generalmente modificados de diferentes maneras en las dos extremidades.

Turmalina cilindroidea. Sus cristales estan desfigurados sobre el prisma, redondeados en el vértice ó quebrados.

Turmalina acicular. Forma prismas pequeños, muy delgados, aglomerados unos sobre otros á veces confusamente.

Turmalina globuliforme. Se presenta en glóbulos ovoideos, radiados, del centro á la circunferencia.

Turmalina bacilar ó fibrosa. Se presenta en fibras grandes ó pequeñas, paralelas, divergentes ó entrelazadas.

Turmalina esquistoidea. Se compone de agujillas tendidas de plano que constituyen una masa que puede dividirse en placas.

Turmalina compacta, vitrea ó litoidea. Forma masas pequeñas que parecen haber sido acarreadas y que no presentan forma alguna exterior.

Variedades de colores. La turmalina puede ser: *incolora, roja, violada, indigo, azul, verde, amarilla, parda y negra*; rara vez es transparente, muchas veces transluciente, y con mas frecuencia opaca.

Depósitos. La turmalina pertenece á los terrenos de cristalizacion; se encuentra en los granitos de diferentes edades, en los gneiss, en los micasquistos, en las rocas talcosas que les estan subordinadas; en la dolomia, en las pegmatitas donde existen los cristales mas perfectos y mayores, y las variedades mas notables por su color; por fin, se encuentra en los fragmentos de estas rocas al pié de las montañas que forman.

Esta sustancia existe casi en todas partes; pero las localidades mas notables son en España, Buitrago y las montañas de Guadarrama; en Moravia se encuentran las variedades rojas con la lepidolita; se encuentra asimismo en Siberia, en el Brasil y en los Estados norte-americanos de Massachuset y Connecticut.

Usos. Las variedades rojas de turmalina son estimadas para la joyería cuando son transparentes, de buen color, y se hallan exentas de manchas y fibras, cualidades todas que son muy raras y que la hacen de un precio elevado, poniendo esta piedra al nivel del rubí. En el Brasil se tallan mucho las variedades verde y azul, muy usadas en Inglaterra; pero son piedras que por su tinte oscuro y sombrío no producen efecto alguno.

Axinita. (*Chorlo violeta, Yanolita, Thumit, Thumerstein*). Es una sustancia vítrea en cristales cortantes como el hierro de una hacha, derivados de un prisma oblicuo con base de paralelógramo oblicuángulo de 135° 10′ y 44° 50′; su peso específico es de 3,21; raya el feldspato y es rayada por el topacio; no da agua por la calcinacion; se funde al soplete hinchándose y dando un vidrio oscuro, y es inatacable por los ácidos.

Tres análisis se conocen de esta sustancia, entre los cuales el de Wiegmann es el único que se ha hecho desde que se ha pensado en buscar ácidos extraños en los silicatos; pero los ensayos indican suficientemente, que el ácido bórico existe en todas las variedades de la sustancia.

Análisis de Wiegmann.

Sílice	45
Alúmina	19
Cal	12,50
Magnesia	0,25
Oxido de hierro	12,25
Oxido de manganeso	9,00
Acido bórico	2,00

Análisis de Vauquelin.

Sílice	44
Alúmina	18
Cal	19
Oxido de hierro	14
Oxido de manganeso	4

Suprimiendo el ácido bórico, se deducirá del primer análisis la fórmula $A\ S^2+(Ca,\ f,\ Mn)\ S$, que concordaria casi tambien con la segunda. Todavía se aproximaria mas agregando el oxígeno del ácido bórico al de la sílice; seria muy posible en efecto, que estos dos ácidos fuesen susceptibles de reemplazarse mutuamente, porque son de la misma fórmula de composicion puesto que admitir dos átomos de base y seis átomos de oxígeno, es lo mismo que decir un átomo de uno, y tres de otro como en la sílice. Esta consideracion explicaria las variaciones que presentan las analogías en las cantidades de ácido bórico.

Variedades. *Axinita cristalizada.* Se presenta en prismas muy aplanados, rara vez simples, lo mas comunmente modificados, ya en algunas aristas, ya en los ángulos ó de una y otra manera.

Axinita laminosa. Se compone de cristales aplanados reunidos confusamente y formando una masa que se rompe en la direccion de sus junturas.

Su color es violado mas ó menos oscuro por efecto de una mezcla de clorita.

Depósitos. La axinita pertenece á los terrenos de cristalizacion granítica; abunda especialmente en los depósitos de protogina ó en los de las rocas que se agregan á ellos. Se la cita en las rocas anfibólicas y en las dioritas esquistosas; parece que existe tambien en depósitos metalíferos, y suele ir acompañada de thallita, prenita, albita etc.

No se usa la axinita; sin embargo, ciertas variedades talladas, ofrecen piedras bastante brillantes que tienen algunas analogías con las especies de granate llamado jacinto ó con ciertas espinelas.

Silicatos aluminosos que contienen ácido fosfórico. Sordawalita. Esta sustancia es negra pasando de este color al gris y al verde, opaca, compacta, y de fractura concoidea; su peso específico es 2,58; no raya el vidrio, y es rayada por el feldspato; da agua por la calcinacion; es fusible al soplete dando una bola negra que toma un brillo metálico al fuego de reduccion.

Su composicion segun el análisis, es la siguiente:

Sílice	49,40
Alúmina	13,80
Oxido de hierro	18,17
Magnesia	10,67
Acido fosfórico	2,68
Agua	4,38

de donde se sacaria quizá la fórmula $A\ Si^2+(f,\ Ma)\ Si^2$; mezclada con $Ma\ Ph+3\ Aq$ ó bien $3\ A\ Si^2+3\ (f,\ Ma)\ Si^2+2\ Aq$ mezclada de $Ma\ Ph$.

Esta sustancia ha sido observada en pequeñas capas en las rocas arcillo-ferruginosas en Sordawala en Finlandia.

Silicatos aluminosos que contienen ácido sulfúrico ó sulfuros. Ultramar. (*Lapis lázuli, lazulita, zeolita azul*). Esta sustancia es azul, petrosa y cristaliza en prisma romboidal; su peso específico es 2,76 á 2,94; raya el vidrio; da un poco de agua por la calcinacion; es fusible en un vidrio blanco; es soluble perdiendo su color en los ácidos; su disolucion deja un residuo alcalino, por el tratamiento con carbonato de amoniaco, filtracion, evaporacion y calcinacion.

Su análisis ha dado los resultados siguientes:

Sílice.	35,8
Alúmina.	34,8
Sosa.	23,2
Azúfre.	3,1
Carbonato de cal.	3,1

Se ignora cual es el papel que puede hacer el azúfre en esta composicion; Gmelin le supone combinado con el aluminio, y cree que la descomposicion de este sulfuro es la que hace que la sustancia pierda su color en los ácidos.

Ultramar cristalizado. Se presenta en dodecaedros romboidales, simples ó modificados en los ángulos simples compuestos de tres planos ó en las aristas.

Ultramar laminoso ó compacto. Contiene frecuentemente sulfuro de hierro en cristales diseminados ó en venas, y frecuentemente mezclado con carbonato de cal. El ultramar pertenece, segun parece, á los terrenos granitoideos. Se le cita en Siberia á orillas del rio Sljudauka, cerca de su embocadura en el lago Baikal, en la pequeña Bucaria, en el Thibet, y en muchas provincias de China.

Se emplea el ultramar para objetos de adorno, que son siempre de muy bello efecto, y de un precio elevado. Se le emplea igualmente en pintura despues de haberlo molido, y es un color precioso por su hermosura y permanencia: todavía es muy caro, pero como se ha llegado á fabricarle artificialmente, disminuirá de precio, y se espera por tanto que pueda emplearse en la pintura de adornos.

Hauyna. (*Lazulita, Latialita, Zafirina*). Es una sustancia azul, vítrea que cristaliza en dodecaedros romboidales; su peso específico es de 3,33 á 2,47 ó 2,3. Raya el vidrio: no da agua por la calcinacion; es fusible en un vidrio blanco. Es soluble perdiendo su color en los ácidos. Su disolucion deja un residuo alcalino por el tratamiento con el carbonato de amoniaco, filtracion, evaporacion y calcinacion.

Su composicion segun los análisis que se han hecho, da los resultados siguientes:

Hauyna de Marino por Gmelin.

Sílice.	35,48
Alúmina.	18,87
Potasa.	15,45
Cal.	12,00
Acido sulfúrico.	12,39
Oxido de hierro.	1,16
Agua.	1,20
Indicios de hidrógeno sulfurado.	

Hauyna de Laach por Bergemann.

Sílice.	37
Alúmina.	27,50
Sosa.	12,24
Cal.	8,14
Acido sulfúrico.	11,56
Oxido de hierro.	1,15
Oxido de manganeso.	0,50
Indicios de hidrógeno sulfurado.	

Si los análisis del ultramar y de la hauyna son exactos, no existe relacion alguna entre estas sustancias á pesar de su analogía en todos los otros caracteres, porque las relaciones entre la sílice y la alúmina, son diferentes de una y otra parte. Tambien parece que no existe ninguna relacion entre la hauyna de Marino y la de la abadía de Laach, por una parte por las cantidades relativas de sílice y de alúmina, y por otra, porque en una se encuentra potasa, y en la otra sosa.

Será muy posible que muchas sustancias que se han colocado en la hauyna por su color y por la analogía de depósito, procedan de materias muy diferentes unas de otras.

Depósitos. La hauyna ó las materias azules designadas bajo este nombre, se encuentran en pequeñas partículas diseminadas en las lavas (en Niedermenich á orillas del Rhin; en Albano, Marino, Capo di Rove), en las rocas basálticas, en las fonolitas de los terrenos traquíticos, y en los fragmentos de piedra pomez del terreno traquítico. Existe tambien en la dolomia del Somma.

Spinelana. (*Nosina, Nosiana*). Es una sustancia agrisada ó de un color pardo negruzco, algunas veces blanca. Cristaliza en dodecaedro romboidal, prolongado paralelamente á una línea que pasase por dos ángulos triedros opuestos. Su peso específico es de 2,28: raya el vidrio, da un poco de agua acídula por la calcinacion; es fusible en un vidrio blanco globuloso: es soluble en los ácidos: su disolucion deja un resíduo alcalino por el tratamiento con el carbonato de amoniaco, la filtracion, evaporacion y calcinacion.

Su composicion segun los dos análisis que se han hecho, es la siguiente:

Análisis de Klaproth.

Sílice.	43
Alúmina.	29,50
Sosa.	19
Cal.	1,50
Oxido de hierro.	2,00
Acido sulfúrico.	1,00
Agua.	2,50

Análisis de Bergemann.

Sílice.	38,50
Alúmina.	29,25
Sosa.	16,56
Cal.	1,14
Oxido de hierro.	1,50
Oxido de manganeso.	1,00
Acido sulfúrico.	8,16
Agua.	3,00

Parece por el segundo análisis que existe bastante analogía entre esta sustancia y la hauyna de Laach.

Depósitos. La spinelana descubierta por Nose, que la ha dado el nombre que conservamos, se halla diseminada en una roca compuesta de pequeños cristales feldspáticos que se encuentra en un pedrusco en la comarca volcánica de Laach á orillas del Rhin.

Helvina. Es una sustancia cristalizada en tetraedros, cuyo color es amarillo; su peso específico es 3,1; raya el vidrio; da agua por la calcinacion; es fusible con ebullicion en un vidrio opaco, amarillento. Da con la sosa la misma reaccion que el manganeso: es atacable por los ácidos con desprendimiento de hidrógeno sulfurado. Su precipitado amoniacal es atacado algun tanto por el carbonato de amoniaco.

Su composicion segun el análisis de Gmelin ha dado los resultados siguientes:

Sílice.	35,271
Glucina.	8,026
Alúmina que contiene glucina.	1,445
Protóxido de manganeso.	29,344
Protóxido de hierro.	7,990
Sulfuro de manganeso.	14,000
Pérdida por la calcinacion.	1,155

Si ciertamente es esta la composicion de la helvina, tendremos el primer ejemplo de un sulfuro que hace las veces de base en los silicatos. Tenemos otro en que el sulfuro de antimonio, está combinado con el ácido antimónico, y nos son conocidos algunos ejemplos análogos en nuestros laboratorios.

La helvina se ha encontrado por Freisleben en Bermansgrun, cerca de Schwarzenberg, en Sajonia, en una ganga de chlorita que atraviesa el gneiss. Está acompañada de blenda, de espato fluor, etc.

Hemos colocado la helvina en la clase de los silicatos aluminosos, por considerar la glucina como isomorfa de la alúmina.

SEGUNDA DIVISION.

SILICATOS NO ALUMINOSOS.

Estas sustancias bien insolubles en los ácidos, ó bien solubles, entran todas en fusion con los álcalis, etc.

Su disolucion privada de sílice, no da precipitado aluminoso por el amoniaco ó al menos muy poco; pero precipita abundantemente por los diferentes reactivos, segun la naturaleza de las bases.

LIV ESPECIE.—ZIRCON.

(*Zirconita*, *Jacinto*, *Jargon*, *Ceylanita*).

Es una sustancia cristalina que se presenta en cristales derivados de un prisma recto de base cuadrada, cuya altura respecto al lado, está en la relacion de 67 á 74.

Su peso específico es de 4, 4; raya el cuarzo, y es rayado por el topacio: es infusible el soplete, perdiendo su color por la accion del fuego. Es inatacable por los áci los, y difícilmente atacado por la sosa.

Su composicion, cuya fórmula es $Zr\ Si$, se demuestra en los análisis siguientes:

Zircon de Ceylan por Vauquelin.

Sílice.	32
Zircona.	64,5
Oxido de hierro.	2

Zircon de Expailly por Berzelius.

Sílice.	33,48
Zircona.	67,16

Variedades. *Zircon cristalizado.* Se presenta rara vez en octaedros rebajados, pero si ordinariamente en prismas cuadrados terminados por su vértice en cuatro caras, correspondientes unas veces á sus facetas, otras á las aristas de los prismas, que ó bien son simples, ó ya modificados en su base.

Zircon granuliforme. Se presenta en cristales embotados por la corriente de las aguas, y constituyen las arenas de ciertos arroyos.

Variedades de color. Ofrece unas veces el pardo-rojizo, verdoso, amarillo parduzco, amarillo pálido, azulado, y hasta incoloro. Todas estas variedades son transparentes ó al menos traslucientes.

Depósitos. El zircon se encuentra diseminado en las sienitas (en Noruega, Suecia, Groenlandia, Egipto, Estados de Maryland en Nueva-York, etc.), ó en los gneiss, que de ellas dependen (en New Jersey, Ceylan), quizá en las pegmatitas (como en las cercanías de Fahlun). Existe tambien en algunos traquitos de Auvernia, en los basaltos y tobas basálticas á orillas del Rhin, y en las rocas del Somma. Por mucho tiempo no se le ha conocido mas que afectando la forma de cristales rodados en las arenas de los arroyos, donde existe con frecuencia muy abundantemente tal como Ceylan y Pegu, y donde procede de la descomposicion de las materias en que suele encontrarse.

Usos. El zircon, se usa algunas veces en joyería; pero es en general una piedra de poco efecto, y por esto mismo poco estimada. Las variedades blancas bien elegidas, tienen cierto brillo, que imita al del diamante: las variedades rojas tienen cierta analogía con las variedades de granate que se designan tambien con el nombre de jacinto.

LV ESPECIE.—EUDIALITA.

Es una sustancia laminosa, de un color violado rojizo; cristaliza en romboedros de 73° 40′; su peso específico es 2, 89. Raya el vidrio con dificultad; es fusible al soplete en glóbulos vítreos. Es soluble en los ácidos formando gelatina: su disolucion separada de la sílice, da por el amoniaco un precipitado soluble en los ácidos, de donde se obtiene por el oxalato de amoniaco, un nuevo precipitado, que da un vidrio blanco opaco con el borax.

Su composicion, segun un análisis tan solo hecho por Stromeyer, ha dado:

Sílice.	53,325
Zircona.	11,102
Cal.	9,785
Sosa.	13,822
Oxido de hierro. . . .	6,754
Oxido de manganeso. .	2,062
Acido hidroclórico. . .	1,034
Agua.	1,801

de donde se sacaria quizá la fórmula $Zr\ S^3+3\ (Na,\ Ca,\ f)\ Si^2$

Esta sustancia no puede ser una sodalita mezclada con zircona, como lo ha supuesto Haüy, puesto que por una parte no hay alúmina y por otra siendo la eudialita, fácilmente soluble en los ácidos y el zircon insoluble, este quedaria en el fondo de la disolucion, si era una simple mezcla. En fin, si se quisiera extraer zircon del análisis que acabamos de citar, quedaria $(Na,\ Ca,\ f,\ Mn),\ Si^3$ que formaria todavía una sustancia particular.

La eudialita, ha sido observada en Groenlandia, en los depósitos del gneiss, con la sodalita, el anfibol, etc.

LVI ESPECIE.—THORITA.

Es una sustancia vítrea, negra, brillante en la fractura, su peso específico es 4, 8; raya el vidrio; da agua por la calcinacion y toma un color amarillo.

Análisis por Berzelius.

Sílice.	18,90
Thorina.	57,91
Cal.	2,58
Oxido de hierro. . . .	3,40
Oxido de manganeso. . .	2,39
Magnesia.	0,36
Oxido de urano.	1,57
Oxido de plomo.	0,80
Oxido de estaño.	0,01
Potasa.	0,14
Sosa.	0,09
Alúmina.	0,06
Agua.	9,50

Es evidente que hay aquí un silicato de thorina; pero no puede aun decirse si la sustancia es una sal simple que contiene accidentalmente silicatos de otras bases, ó si es una sal doble; de ella podria deducirse la fórmula $3\ Th\ Si+(Ca,f,\ mn,\ \text{etc.})Si+4\ Aq.$

Esta sustancia fue descubierta en 1828 en la isla de Lœveen en Noruega, en la costa meridional del mar del Norte, implantada en nidos pequeños en las sienitas.

Berzelius descubrió en ella, el metal á que dió el nombre de thorio, dado por el mismo en otro tiempo á un cuerpo, cuyo óxido habia creido reconocer en

una sustancia que despues ha visto ser fosfato de itria. El óxido de thorio ó thorina, contiene 86, 16 de metal y 11, 84 de oxígeno; tiene mucha analogía con la alúmina, y tambien con la zircona.

LVII ESPECIE.—GADOLINITA.

(*Itrita, Iterbita*).

Esta sustancia es negra, parduzca ó amarillenta, de estructura granular ó compacta, y entonces vítrea, de fractura concoidea ó astillosa; sus cristales son raros, y forman prismas oblicuos romboidales de unos 115°, y 60°; su peso específico es 4, 23; raya el vidrio con facilidad; es fusible al soplete dando un vidrio opaco y algunas veces hinchándose; es atacable por los ácidos; su disolucion da por la sosa caústica en exceso un precipitado que se redisuelve en parte en el carbonato de amoniaco.

Se compone de silicato de itria de la fórmula *Y Si*, mezclado con silicato de cerio de la misma fórmula y de cererita, etc., segun los siguientes análisis de Berzelius

Gadonilita de Fimbo.

Sílice	25,80
Itria	45
Oxido de cerio	17,92
Oxido de hierro	11,34

Y Si (Ce, f) Si

Galodinita de Brodbo.

Sílice	24,16
Itria	45,93
Oxido de cerio	18,20
Oxido de hierro	12,63

Y Si, (Ce, f) S, F

Gadolinita de Koraf.

Sílice	29,20
Itria	47,62
Oxido de hierro	8,30
Cal	3,47
Oxido de cerio	3,40
Oxido de manganeso	1,42
Glucina	1,70
Agua	5,20

Y Si, (Fe, Ce, Ca, M) Si+4 Aq, G Si.^{3}

Se ve que aislando las mezclas, todos estos análisis se refieren á la misma fórmula; en todos se ve que domina el silicato de itria y que está mezclado con silicato de diferentes bases que parecen ser isomorfas, ya anhidros, ya hidratados, y constituyendo la cererita, y tambien con trisilicato de glucina; respecto á esta última combinacion, notaremos que es la fórmula de la esmeralda que se encuentra en el mismo terreno, y que quizá no contiene mas que glucina.

Gadolinita cristalizada. Es muy rara en prismas oblicuos romboidales modificados en las aristas laterales agudas y tambien en los ángulos sólidos por facetas muy rebajadas.

Gadolinita amorfa. Se encuentra en nidos pequeños en las rocas.

La gadolinita pertenece á los depósitos de pegmatitas; no se ha encontrado hasta ahora mas que en Suecia.

LVIII ESPECIE.—CERERITA.

(*Cerio oxidado silicífero rojo, Cerina, Cerita, Cerinstena, Ocroita, Ferricalcita*).

Es una sustancia de color de rosa ó violeta que tira á parduzco ó á gris perla; es muy pesada, su peso específico es 4, 93; raya difícilmente el vidrio; da agua por la calcinacion, es infusible al soplete; es soluble por digestion en los ácidos, y su disolucion da por el oxalato de amoniaco, un precipitado que se vuelve pardo por la calcinacion y forma con el borax un vidrio rojo que al enfriarse toma el color amarillo.

Se compone de silicato de cerio hidratado *Ce Si+Aq* mezclado con silicatos de hierro y de cal de la misma fórmula segun los análisis siguientes:

Análisis de Hisinger.

Sílice	18,00
Oxido de cerio	68,59
Oxido de hierro	2,00
Cal	1,25
Agua	9,60

Análisis de Vauquelin.

Sílice	17
Oxido de cerio	67
Oxido de hierro	2
Cal	2
Agua	12

Parece por consiguiente que esta sustancia debe representarse por la fórmula *(Ce, f, Ca) Si+Aq*; sin embargo hay algunas pequeñas diferencias que necesitarian aclararse por nuevas investigaciones. Berzelius habia admitido en un principio esta misma fórmula, pero ha desechado el agua, en su nueva clasificacion.

La cererita se encuentra con la cerina en algunas minas de cobre de Suecia.

LIX ESPECIE.—ILVAITA.

(*Yenita, Lierrita, Hierro calcáreo-silíceo*).

Esta sustancia es negra, y cristaliza en prismas romboidales de unos 111°30′ y 68°30′; su peso específico es de 3,82 á 4,06; raya el vidrio y es rayada por el cuarzo; no da agua por la calcinacion, y es fusible en un glóbulo negro. Se disuelve en los ácidos formando gelatina, su disolucion precipita mas ó menos por el oxalato de amoniaco y siempre da un precipitado muy azul, por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion, se expresa por la fórmula 3 *f Si+Ca Si* ó tal vez simplemente *(f, Ca) Si* segun los análisis siguientes:

Análisis de Stromeyer.

Sílice	29,278
Protóxido de hierro	52,542
Protóxido de manganeso	1,587
Cal	13,777
Alúmina	0,614
Agua	1,268

Análisis de Descotils.

Sílice	28
Protóxido de hierro	55
Protóxido de manganeso	3
Cal	12
Alúmina	0,6

Se ve que estos dos análisis dan composiciones muy análogas; el primer análisis da la fórmula 3 *f Si+Ca Si*, y el segundo podria conducir á 4 *f Si+Ca Si*, adoptada por Berzelius; pero seria necesario admitir que hay en el sílice perdida; en todo caso no puede haber dificultad, sino respecto al coeficiente del pri-

mer término, y esta dificultad desaparece cuando se observa que siendo isomorfos el protóxido de hierro y la cal, seria posible que la fórmula fuera simplemente $(f, Ca)\ Si$.

VARIEDADES. *Ilvaita cristalizada.* Se presenta en prismas romboidales de 111°30′ terminados por vértices diedros que proceden de modificaciones sobre el ángulo obtuso ó por vértices de cuatro caras procedentes de modificaciones sobre las aristas de las bases.

Estas dos clases de vértices se hallan frecuentemente combinadas entre sí, de modo, que los prismas se hallan comunmente modificados en las aristas obtusas por facetas mas ó menos numerosas.

Ilvaita bacilar. Se presenta en prismas romboidales mas ó menos embotados, reunidos en haces divergentes.

Ilvaita fibrosa. Forma pequeñas masas compuestas de fibras divergentes ó entrelazadas.

DEPÓSITOS. La ilvaita pertenece á rocas micáceas cloritosas, talcosas, que parecen referirse á la formacion de la protogina; va acompañada de materias verdes cristalinas, fibrosas ó compactas que se consideran como pertenecientes al grupo piroxénico ó que podrian ser muy bien una sustancia particular. La localidad mas evidente es la isla de Elba; pero se citan otros muchos lugares, particularmente en Noruega y Groenlandia, sin que se pueda decir positivamente si las sustancias observadas, pertenecen á esta misma especie.

APÉNDICE. KNEBELITA. Es una sustancia gris verdosa ó parduzca, compacta, tenaz, infusible al soplete, y cuyo análisis ha dado el resultado siguiente:

Sílice.	32,5
Protóxido de hierro. . .	32
Protóxido de manganeso.	35

De donde se debe deducir probablemente la fórmula $f\,Si + mn\,Si$ ó simplemente $(f, mn)\ Si$.

Se ignora la localidad en que se encuentra.

CRONSTEDTITA. *Cloromelana.* Es una sustancia negra, de polvo verde, que se presenta en cristales pequeños de seis planos, ó en pequeños nidos fibrosos; es soluble en los ácidos formando gelatina, y su peso específico es 3,348.

Su análisis ha dado:

Sílice.	22,452
Oxido de hierro. . . .	58,853
Oxido de manganeso. .	2,885
Magnesia.	5,078
Agua.	10,700

Berzelius admite la fórmula $6\ f\,Si + mn\,Si + 9\ Aq$ para la cronstedtita; pero esta fórmula no puede ser el resultado del análisis anterior, y no se sabe que se haya hecho otro.

Esta sustancia dedicada á Cronstedt, antiguo y distinguido mineralogista, se encuentra en Bohemia con el óxido de hierro, el carbonato de cal y de hierro, y la pirita; tambien se la ha indicado en algunas localidades de Cornwall.

TIERRAS VERDES NO ALUMINOSAS. CLORÓPALO. *Tierra verde de Unghvar.* Es una sustancia de color verde prado, compacta ó terrosa que se funde al soplete dando un vidrio negro, y que da agua por la calcinacion.

Sus análisis dan los resultados siguientes:

Clorópalo concoideo.

Sílice.	45
Oxido de hierro. . . .	35,3
Magnesia.	2,0
Alúmina.	1
Potasa y óxido de manganeso, indicios.	
Agua.	18

Clorópalo terroso.

Sílice.	45
Oxido de hierro. . . .	32
Magnesia.	2
Alúmina.	0,75
Agua.	20

De donde se puede sacar la fórmula $f\,Si^3 + 2\ Aq$. Berzelius sin duda para hacer la fórmula regular ha adoptado $f\,Si^3 + 3\ Aq$.

Se encuentra en el condado de Unghvar en Hungría, en las materias terrosas procedentes de la disgregacion de los traquitos.

LX ESPECIE.—NONTRONITA.

Es una sustancia de color amarillo de paja ó de serrin un poco verde, untuosa al tacto, que se deja rayar fácilmente por la uña, y de fractura desigual y mate. Da agua por la calcinacion, y toma un color rojo; se disuelve con facilidad en ácido nítrico y da un precipitado gelatinoso de sílice. Su disolucion da un abundante precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $F\,Si^2 + Aq$ segun el análisis de Berthier que ha dado los resultados siguientes:

Sílice.	44,0
Peróxido de hierro. . . .	29,0
Alúmina.	3,6
Magnesia.	2,1
Agua.	18,7
Arcilla.	1,2

La nontronita se encuentra en riñones pequeños compuestos de otros aun mas pequeños y cubiertos con una película de peróxido de manganeso, en medio de masas de peróxido de manganeso en el distrito de Nontron en Francia.

LXI ESPECIE.—ACMITA.

Es una sustancia de color verde sombrío que forma prismas rectos romboidales susceptibles de exfoliarse paralelamente á sus caras; su peso específico es 3,24; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible en glóbulos negros, é inatacable por los ácidos.

Su composicion se expresa por la fórmula $F^3\,Si^2\,Na = 3\ F\,Si^2 + Na\,Si^3$ segun el siguiente análisis de Berzelius.

Sílice.	55,25
Peróxido de hierro. . . .	31,25
Sosa.	10,40
Cal.	0,72
Protóxido de manganeso.	1,08

Acmita cristalizada. Se presenta en prismas romboidales modificados por una cara sobre la arista lateral obtusa, y sobre las aristas de las bases por caras muy inclinadas que se reunen algunas veces formando un apuntamiento muy agudo.

Se encuentra implantado en el cuarzo cerca de Kongsberg en Noruega.

LXII ESPECIE.—RODONITA.

(*Manganeso óxidado silicífero, Hydropita, Hormangan, Kieselmangan, Manganesa rosa*).

Es una sustancia de color de rosa ó rosácea violada, algunas veces en masas cristalinas en las que Rose ha observado exfoliaciones inclinadas unos 87°5′; las mas veces se presenta compacta ó finamente granular: su peso específico es de 3,6 á 3,9.

Raya el vidrio; da chispas por el choque del eslabon: no da agua por la calcinacion; es fusible en esmalte rosa al fuego de reduccion, y en glóbulo negro metaloideo al fuego de oxidacion. Da con la sosa la reaccion muy manifiesta del óxido de manganeso.

Su composicion se expresa por la fórmula $mn\ Si^2$, algunas veces mezclada con carbonato de magnesia y silicato hidratado. El análisis ha dado el resultado siguiente:

Rodonita laminar de Langhanshytla por Berzelius.

Sílice.	48,00
Protóxido de manganeso.	49,04
Cal.	3,12
Magnesia.	3,12
Indicios de óxido de hierro.	

Existe otro análisis de Brandes, por el cual este químico ha encontrado

Sílice.	39
Oxido de manganeso. . .	49,87
Oxido de hierro.	0,25
Alúmina.	0,125
Acido carbónico.	4
Agua.	6

Se ve que despues de la separacion del carbonato de magnesia, queda todavía con corta diferencia bisilicato de la misma base; pero hay agua, y tomando esta sustancia en consideracion, se tendria $2\ mn\ Si^2+Aq$; entonces seria una especie particular de la cual habia que admitir una corta cantidad en estado de mezcla en los otros análisis. Sin embargo, no debe admitirse desde luego este hidrato, sino esperar á que nuevas observaciones indiquen si el agua es higrométrica ó combinada.

Variedades. *Rodonita cristalizada.* Presenta indicios de cristalizacion en prisma oblicuo romboidal de 87° 5′.

Rodonita laminosa. Forma pequeñas masas compuestas de láminas bastante anchas, susceptibles de dividirse en prismas romboidales.

Rodonita granular. Se compone de láminas muy finas apenas perceptibles en la fractura.

Rodonita compacta. Suele estar manchada por materias extrañas.

Depósitos. La rodonita se encuentra en los criaderos metalíferos, ya con el óxido de hierro magnético, ya en las minas de plomo argentíferas, ya en capas con materias silíceas y acompañadas de óxido de hierro, de manganeso etc., en esquistos arcillosos, dioritas esquistosas etc.

Usos. Las variedades compactas de esta sustancia, de las cuales las mas hermosas proceden de la mina de Orlez en Siberia, se trabajan para objetos de adorno como cajas, cofrecillos etc.

Apéndice. Reuniremos aquí algunos silicatos de manganeso, que segun los análisis, parece deben constituir especies particulares, á saber:

Manganeso rosa de kappik. Es una sustancia laminosa de color rojo violeta, que segun el análisis contiene:

Sílice.	55,06
Oxido de manganeso. . .	35,15
Oxido de hierro.	7,04
Alúmina.	1,56
Agua.	0,78

y que debe ser por consiguiente un trisilicato de manganeso.

Alagita. Es una sustancia de color verdoso, que pasa al negro y al gris, al pardo rojizo y al gris perla; ordinariamente es compacta, algunas veces fibrosa, y su peso específico es 3,7.

Los análisis hechos por Dumenil no dan mas que la fórmula irregular $mn^3\ Si^2$, mezclada con $mn\ C^2$.

Alagita verde.

Sílice.	16
Oxido de manganeso. . .	73,31
Acido carbónico. . . .	7,50

Alagita parda.

Sílice.	16
Oxido de manganeso. . .	75
Cal, indicios.	
Acido carbónico. . . .	7,50.

Torrelita. Se designa con este nombre una sustancia roja que raya el vidrio, que segun parece, es infusible al soplete, y cuyo análisis ha dado el siguiente resultado:

Sílice.	32,60
Peróxido de cerio. . . .	12,32
Protóxido de hierro. . .	21,00
Cal.	24,08
Alúmina.	3,68
Agua.	3,50

Beudant asegura haber visto dos ejemplares, uno vítreo y otro litoideo. El primero contenia, segun el ensayo, sílice, óxido de manganeso, óxido de hierro, y cal; el segundo, era un carbonato de manganeso.

La torrelita se ha encontrado diseminada en algunos minerales de hierro de Nueva Jersey.

LXIII ESPECIE.—OPSIMOSA.

(*Manganeso oxidado hidratado en parte, Hidro-silicato de manganeso*).

Esta sustancia es negra, metaloidea, de polvo pardo-amarillento; da agua por la calcinacion y un olor empireumático, al mismo tiempo que se vuelve de color gris claro; es fusible en un vidrio verde al fuego de reduccion, y negro al fuego de oxidacion; da con la sosa la reaccion del óxido de manganeso; es atacable por los ácidos, y no da cloro por el ácido hidroclórico.

Es un silicato de manganeso hidratado, y se expresa por la fórmula $mn\ Si+Aq$, segun el siguiente análisis de Klaproth:

Sílice.	25
Protóxido de manganeso.	60
Agua.	13

Se encuentra en Dalecarlia.

LXIV ESPECIE.—MARCELINA.

(*Manganeso del Piamonte, Manganeso oxidado hidratado en parte, Silicato tri-manganesico*).

Es una sustancia negra agrisada, de un lustre ligeramente metaloideo ó vítreo; cristaliza en octaedro de base cuadrada, cuyas caras estan inclinadas entre sí, y respecto á la base 117°, 0′; su peso específico es 3,8, raya difícilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete, sin cambiar de color; da con la sosa una reaccion muy marcada del óxido de manganeso; es atacable con desprendimiento de cloro, por el ácido hidroclórico, y deja sílice en forma de gelatina.

Es difícil decir positivamente cuáles son las proporciones que se deben admitir en la composicion de la marcelina; pero es evidente que esta materia es un

silicato de deutóxido de manganeso sin agua que no se parece en nada á las sustancias manganésicas anteriores, y de la cual se debe hacer necesariamente una especie, cuyo órden se ignora. La manganesa de S. Marcelo analizada por Berzelius y por Berthier, ha dado los resultados siguientes:

Análisis de Berzelius.

Sílice.	15,17
Oxido mangánico. . . .	75,80
Oxido de hierro.	4,14
Alúmina.	2,80

Análisis de Berthier.

Sílice.	26,00
Oxido mangánico. . . .	67,23
Oxido de hierro.	1,23
Alúmina.	3,00
Cal.	1,40
Magnesia.	1,40

En el análisis de Berzelius se ve, que el oxígeno de la sílice es poco mas ó menos á la suma de las cantidades de oxígeno de las bases, como 1 á 3; solamente faltaria una corta cantidad de sílice, lo cual indicaria la mezcla de un sub-silicato de órden menos elevado. En el análisis de Berthier por el contrario, si se admitiera tambien la relacion de 1 á 3, la sílice se hallaria en demasiada cantidad.

Estos resultados demuestran, que no se conoce la composicion de esta sustancia, lo cual depende sin duda de que las materias que se han podido analizar se hallan mezcladas con sustancias extrañas con granates á base de manganesa, con materias blancas fibrosas que parecen ser tremolita, y quizá con materia feldspática.

Depósitos. La marcelina forma masas considerables en medio de los micasquistos ó de las rocas subordinadas; no se conoce aun mas que en el valle de S. Marcelo en el Piamonte. En la misma masa de esta sustancia se encuentran granates á base de manganeso, tremolita, turmalina, una sustancia bacilar que se designa hace mucho tiempo con el nombre de Epidoto manganesífero.

LXV ESPECIE.—CALAMINA.

(*Zinc oxidado, Zinc oxidado hidratado silíceo, Opeita, Piedra calaminar*).

Es una sustancia blanquecina ó amarillenta; sus cristales se derivan de un prisma romboidal de 102°30′ cuya altura y diagonales se hallan en relacion de 7, 14 y 12; su peso específico es 3,42; raya el espato fluor, es rayada difícilmente por un punzon de acero; da agua por la calcinacion, y es infusible al soplete aunque se hincha; se disuelve en los ácidos formando gelatina; su disolucion da por el amoniaco un precipitado blanco que se redisuelve bien pronto por un exceso de álcali.

Su composicion se expresa por la fórmula $Zn\ Si + x\ Aq$; es un silicato, cuya cantidad de agua es difícil de establecer por los análisis existentes.

Análisis de Berzelius.

Sílice.	24,893
Oxido de zinc.	66,837
Agua.	7,460
Acido carbónico.	0,450
Oxido de plomo y de estaño.	0,276

Análisis de Berthier.

Sílice.	25
Oxido de zinc.	66
Agua.	9

Es de notar, que entre los silicatos de zinc de Franklin en Nueva Jersey, hay algunos que son enteramente anhidros; segun esto, seria posible que hubiera frecuentemente mezcla de silicato anhidro y de silicato hidratado, y que á esta circunstancia se debieran las variaciones que se observan en la cantidad de agua. Seria posible tambien que hubiera dos especies de calamina, porque existen en Edimburgo cristales que no parecen corresponder al mismo sistema de cristalizacion, y de los cuales unos dan mas agua que otros por la calcinacion.

Variedades. *Calamina cristalizada.* Por lo general forma tablas rectangulares, biseladas en los cuatro lados y que se modifican de diferentes modos en las aristas y ángulos sólidos.

Calamina fibrosa. Se compone de fibras rectas, divergentes, palmeadas, ó de fibras torcidas y entrelazadas.

Calamina laminosa. Está formada de cristales laminiformes amontonados unos sobre otros.

Calamina compacta ó cavernosa. Es como indica su nombre compacta, y está llena de cavidades irregulares.

Calamina terrosa. Es una materia blanda mas ó menos agregada y casi siempre mezclada con materias extrañas.

Calamina malaquitífera. Tiene color verde por hallarse mezclada con la malaquita.

Depósitos. La calamina se encuentra en diferentes depósitos metalíferos de plomo y de cobre en Escocia, en Inglaterra, en Carintia, en el Banato y en Siberia; en España en las minas de Linares y en S. Juan de Alcaraz; pero forma masas ó capas en los depósitos calizos que constituyen la base del terreno ullífero; en la caliza peneana y en el lias; en todas partes acompaña al carbonato de zinc.

Usos. La calamina en sus depósitos en masa, se explota para la fabricacion del laton y tambien para la preparacion del zinc.

LXVI ESPECIE.—CRISOCOLA.

(*Cobre hidratado silíceo, Cobre hidro-silíceo, Hidrofana cuprosa*).

Esta sustancia es verde, ó verde azulada, compacta, de fractura irregular concoidea, de lustre resinoso que pasa al estado vítreo; su peso específico es de 2,31 á 2,159; raya el vidrio con dificultad, es rayada por un punzon de acero, y muy frágil; da agua por la calcinacion, y se ennegrece; es infusible al soplete; es atacable por los ácidos algunas veces con efervescencia, y deja un residuo silíceo; su disolucion toma un hermoso color azul por la adicion del amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu\ Si^2 + 2\ Aq$, mas ó menos mezclada con carbonato azul de cobre segun los análisis siguientes:

Crisocola de Siberia por Klaproth.

Sílice.	26
Oxido de cobre.	50
Agua.	17
Acido carbónico. . . .	7

La misma por John.

Sílice.	28,37
Oxido de cobre.	49,63
Agua.	17,50
Acido carbónico.	3

Crisocola de Nueva Jersey por Bowen.

Sílice.	37,250
Oxido de cobre.	45,175
Agua.	17,000
Pérdida.	0,575

Estos análisis concuerdan todos bastante bien; solamente en el último, existe sin duda un error respecto la cantidad de agua, ó quizá el ácido carbónico se habrá olvidado; por lo demás, las cantidades de sílice y de óxido de cobre, se hallan en relacion para formar un bisilicato.

Depósitos. Esta sustancia se encuentra en pequeñas masas en los depósitos cuprosos. Se le cita en un gran número de puntos; en Siberia, en Turingia, en Sajonia, en Bohemia y en Nueva Jersey.

Silicatos magnésicos diferentes. Estas sustancias son la mayor parte blandas, á no ser el peridoto; se dejan rayar fácilmente por un punzon de acero; suelen ser suaves, untuosas al tacto, y frecuentemente de fractura compacta ó astillosa, á lo menos en algunos sentidos y de lustre grasiento ó ceroideo.

Rara vez son atacables por los ácidos; su disolucion una vez hecha por una operacion cualquiera y privada de hierro por el hidrosulfato de amoniaco, da siempre por la sosa un precipitado abundante que toma el color de lila, cuando se calienta despues de haberlo humedecido con una gota de nitrato de cobalto.

LXVII ESPECIE.—PERIDOTO.

(*Crisolita, Crisolita de los volcanes, Olivina, Halosiderita, Limbilita, Chusita, Sideroclepta*).

Es una sustancia vítrea, por lo comun verdosa, que cristaliza en el sistema prismático rectangular recto. Sus cristales pueden derivarse de un prisma, cuya altura y lados son entre sí poco mas ó menos como los números 25, 14 y 11. Su peso específico es de 3,3 á 3,4; raya fuertemente el vidrio, y casi el cuarzo; no da agua por la calcinacion; es infusible al soplete é inatacable por los ácidos. Su composicion se expresa por la fórmula $M\ Si$, $f\ Si$ que es una mezcla en todas proporciones segun los varios análisis que ha hecho Walmstedt, entre las cuales citaremos algunos.

Peridoto de Bohemia.

Sílice	41,42
Magnesia	49,61
Protóxido de hierro	9,14
Protóxido de manganeso	0,15
Alúmina	0,15

Peridoto de Silesia.

Sílice	41,54
Magnesia	50,04
Protóxido de hierro	8,66
Protóxido de manganeso	0,25
Alúmina	0,06

Variedades de la especie. *Peridoto cristalizado.* Se presenta en prismas rectangulares modificados en las aristas laterales por una ó muchas caras asi como en las aristas de las bases y en los ángulos sólidos.

Peridoto granuliforme. Se presenta en pequeños nidos irregulares, ó en cristales desfigurados diseminados en las rocas.

Peridoto granular (olivina). Se presenta en núcleos mas ó menos voluminosos de estructura granular, y algunas veces de aspecto laminoso, lo cual consiste en la forma de los cristales que componen la masa.

Peridoto alterado. (Limbilita, Chusita). Peridoto cristalizado ó granular que se ha vuelto terroso y presenta colores amarillento, parduzco ó rojizo que se deben á que el protóxido de hierro ha pasado al estado de peróxido anhidro ó hidratado. Se encuentra en todos los grados de alteracion, entre el estado vítreo y el estado terroso.

Depósitos. El peridoto pertenece á los terrenos basálticos, y se encuentra en todas las localidades donde estos terrenos se han extendido; (en Auvernia, á orillas del Rhin; en Sajonia, Bohemia, Irlanda etc.); se haya diseminado en las rocas de estos terrenos en cristales pequeños, en granos ó en riñones de estructura granular que son algunas veces bastante voluminosos. Es raro en las lavas ó productos volcánicos fundidos; sin embargo, se conocen algunos ejemplos en las lavas de Amalfi en el Vesuvio, en Capo de Rove cerca de Roma, y en la isla de Lanzarote una de las Canarias; tambien se encuentra en las arenas formadas de fragmentos volcánicos como las de Amalfi, Albano, Bracciano etc., donde algunas veces se halla en cristales bastante perfectos; pero en ninguna de las lavas modernas existen riñones granulares como en los basaltos; la hialosiderita no tiene otros depósitos porque las rocas de Kaiserstuhl de las colinas de Saasbach, de Limburgo etc., donde se encuentra, son tambien formaciones basálticas que únicamente presentan algunos caracteres particulares.

Conviene advertir, que nunca se ha encontrado peridoto en los depósitos traquíticos; tampoco existe en las rocas que forman parte de los terrenos primitivos, y erróneamente se ha citado en serpentinas que se aseguraban venir de Hungría donde no existe. Sin embargo, no se sabe cual es el depósito de los peridotos que se usan en la joyería; hasta se ignora el lugar de donde se sacan, y todo lo que se sabe, es que el comercio se hace por Constantinopla, lo cual hace presumir que vienen de Levante.

Una de las maneras mas notables de existir el peridoto, es en depósitos en las cavidades del hierro meteórico de Siberia designado con el nombre de hierro de Palas; parece que algunos granos vitreos de las diferentes piedras meteóricas pertenecen tambien á la misma especie.

Usos. Las variedades transparentes del peridoto sirven para hacer piedras talladas en facetas; pero en general es una piedra poco estimada, por cuya razon tiene poco valor; sin embargo, su color verde amarillento es muy agradable, y quizá el poco caso que se hace de él en general, consiste en que ordinariamente no se ven en el comercio mas que piedras mal talladas.

LXVIII ESPECIE.—MARMOLITA.

(*Serpentina, Talco*).

Esta sustancia es agrisada ó verdosa, de testura foliácea; con láminas paralelas á los planos de un prisma cuadrilátero, y no flexibles; tiene lustre nacarado ó metaloideo; su peso específico es 2, 47; es rayada por un punzon de acero, y su polvo es suave y untuoso al tacto; da agua por la calcinacion y se vuelve entonces dura, es infusible al soplete y atacable por el ácido nítrico.

Su composicion puede expresarse quizá por la fórmula $M\ Si + Aq$, segun el siguiente análisis:

Sílice	36
Magnesia	46
Cal	2
Oxido de hierro y de cromo	0,5
Agua	15

lo cual da la fórmula $3\ M\ Si + 2\ Aq$; pero no siendo regular esta fórmula se puede suponer que la sustancia es una mezcla de silicato de magnesia hidratado $M\ Si + Aq$, y de silicato anhidro $M\ Si$ siendo la primer materia mucho mas abundante que la otra. Esta sustancia se encuentra en venas angostas, en algunas rocas serpentinosas cerca de Baltimora y muchas veces con la glucita.

LXIX ESPECIE.—SERPENTINA.

(*Ofita*, *Nefrita*, *Piedra ollar*).

Es una sustancia compacta, algunas veces suave al tacto, blanda, pero tenaz, de fractura mate, ó de un lustre ceroideo; su peso específico es 2,64; da agua por la calcinacion y se vuelve entonces dura; es infusible al soplete, y atacable en parte por los ácidos.

Su composicion se expresa probablemente por la fórmula $2\ M\ Si^2 + M\ Aq$ segun los análisis siguientes:

Serpentina incolora por Mosander.

Sílice.	42,34
Magnesia.	44,20
Protóxido de hierro. . .	0,18
Agua.	12,38
Acido carbónico. . . .	0,87

Serpentina de Skyttgrufa por Hisinger.

Sílice.	43,07
Magnesia.	40,37
Oxido de hierro.	1,17
Cal.	0,50
Alúmina.	0,25
Agua.	12,45
Pérdida.	2,17

Berzelius ha admitido la fórmula que hemos adoptado, pero solo para la serpentina del primer análisis, y ha juzgado de otra manera la analizada por Hisinger; para esta adopta la fórmula $M\ Si^3 + M\ Aq$, designando la materia como serpentina noble. Este análisis presenta sin embargo las mismas proporciones que los anteriores, y no se comprende por qué no se habia de admitir agua higrométrica en esta como en todas la demás que parecen pertenecer á la misma especie.

Depósitos. Las serpentinas no presentan variedades sino en los colores; la mayor ó menor traslucidez, y la especie de lustre. Todas parece que pertenecen á los depósitos de micasquistos, y se refieren particularmente á las capas ó masas calizas que estan subordinadas á ellos; muchas veces forman en medio de estas calizas, nidos, masas ó venas. En estos puntos existen depósitos considerables que se designan con el nombre de serpentina; pero no es cierto que se refieran todos á la especie que acabamos de establecer.

Es difícil indicar muchas localidades, porque se correria peligro de cometer errores de especies. En efecto, como todas estas sustancias magnésicas tienen grandes analogías exteriores y no se diferencian sino en las proporciones de los elementos reunidos que parecen ser muy variados y que deben constituir un gran número de especies, no se puede afirmar nada con seguridad, sino respecto á las especies que se han analizado. Obrando de otra manera se perpetuan todos los errores que tanto abundan en las obras de minerologia; porque baste suponer que una piedra compacta y blanda es magnésica ó aun que tenga ciertos caracteres empíricos imposibles de definir, para que se la imponga el nombre de serpentina, asi como basta que sea suave al tacto, para que se haga de ella un talco, ó una esteafita. Los puntos en que se encuentra en España son la Sierra-Nevada y los Pirineos.

Usos. Se emplean ciertas serpentinas (ó mas bien materias que se llaman asi, sin saber á punto fijo lo que son) en mesas, planchas, columnas, que son de muy buen efecto cuando se eligen convenientemente, y sobre todo cuando se hace uso de las variedades dialágicas. En el monasterio de las Salesas de Madrid, existen seis columnas de esta piedra traida de Granada, y en el del Escorial se halla tambien la serpentina con bastante profusion, formando cornisas, jambas y frontones.

La piedra ollar que tambien suele llamarse serpentina, es una materia muy preciosa bajo otro aspecto; posee naturalmente todas las cualidades que se buscan en el vidriado, y asi basta tallarla y ahuecarla para hacer toda especie de utensilios de cocina de muy buen uso. Se hacen de ella, ollas y cazuelas, etc., muy usadas en ciertas localidades; las variedades mas finas se usan en cafeteras, jarras, etc.

LXX ESPECIE.—DIALAGA.

Esta sustancia es verdosa ó parduzca; exfoliable por dos planos paralelos, cambiante en las caras de exfoliacion y mate ó de fractura compacta ó astillosa en los demás sentidos; es rayada por un punzon de acero, y algunas veces hasta por la uña; da agua por la calcinacion; es fusible en un vidrio blanquecino, que se vuelve pardo al fuego de oxidacion; es dificilmente atacable por los ácidos.

Su composicion es difícil de establecer, cuando se admiten con el nombre de dialaga, todas las sustancias asi designadas por los mineralogistas. Para formar una especie nos limitaremos á un análisis hecho por Berthier y que le ha dado

Sílice.	47,2
Magnesia.	24,4
Cal.	13,1
Protóxido de hierro. . . .	7,4
Alúmina.	3,7
Agua.	3,2

Admitiendo aquí una corta cantidad de silicato de alúmina $A\ Si$, las demás materias presentan exactamente las relaciones 1, 5, 8, entre las cantidades de oxígeno, de donde se ha sacado la fórmula $4\ M\ Si^2 + M\ Aq$.

Esta sustancia se encuentra en las costas de la isla Spezia, en una piedra compacta, blanca, que podria muy bien no ser mas que una variedad de albita.

Apéndice. *Especies probables.* La dialaga de Hartz analizada por Kohler, no parece diferir de la de Spezia, sino por el órden del hidrato de magnesia con que se halla combinada. El análisis ha dado el resultado siguiente:

Sílice.	43,900
Magnesia.	25,856
Peróxido de hierro. . .	13,011
Protóxido de manganeso.	0,535
Cal.	2,642
Agua.	12,426

que parece producir la fórmula $4\ (M, f, Ca)\ Si^2 + M\ Aq^4$; el término $M\ Aq^4$, es el que forma la única diferencia en la especie analizada por Berthier, en la cual no se encuentra mas que $M\ Aq$.

Dialaga metaloidea. Es una sustancia de brillo metaloideo en las fracturas de exfoliacion que ha dado por el análisis.

Sílice.	41
Magnesia.	29
Oxido de hierro.	14
Cal.	1
Alúmina.	3
Agua.	10
Pérdida.	2

de donde se saca con probabilidad la fórmula $M\ Si^3 + M\ Aq$ mezclada con una corta cantidad de $A\ Si + Aq$;

esta seria una sustancia bastante análoga á la anterior, pero que se diferenciaria por el órden del silicato.

ANTOFILLITA. Sustancia parda, de lustre metaloideo bronceado, de la cual ha obtenido Gmelin los resultados siguientes:

Sílice.	56
Magnesia.	23
Oxido de hierro.	13
Oxido de manganeso. . . .	1
Cal.	2
Alúmina.	3

lo cual puede dar la fórmula 2 $M\,Si^2 + (f, Ca)\,Si^2$ ó mas simplemente $(M, f, Ca)\,Si^2$ mezclada con una corta cantidad de $A\,Si$. Esta seria una sustancia análoga á la serpentina y á la dialaga de Spezia; pero sin el hidrato de magnesia.

BRONCITA DE STYRIA. Es una sustancia de brillo metaloideo bronceado, de la cual ha obtenido Klaproth

Sílice.	60
Magnesia.	27,5
Oxido de hierro. . . .	10,5
Agua.	0,5

la fórmula mas aproximada seria 4 $M\,S^3 + f\,Si$; pero podria suceder que esto fuera un bisilicato mezclado con trisilicato, y en este caso, la sustancia seria la misma que la anterior.

DEPÓSITOS. Las materias designadas con el nombre de dialaga, pertenecen todas á los depósitos que se designan con el nombre de serpentinosos ó á rocas á base de albita que forman parte de los gneiss y de los micasquistos alpinos. Se hallan diseminadas en estos depósitos, y los pequeños nidos que forman en las serpentinas, se hallan tan empastadas en la masa, que muchas veces es imposible distinguirlas.

LXXI ESPECIE.—TALCO.

El talco es una sustancia hojosa, escamosa, de color agrisado verdoso ó blanco; suave al tacto, no elástica, con lustre craso ó nacarado y que se deja rayar fácilmente por la uña; da poca agua por la calcinacion, es infusible al soplete, ó se funde difícilmente en los bordes.

Su composicion se expresa probablemente por la fórmula $M\,Si^3$ mas ó menos mezclada con $M\,Aq$ segun los siguientes análisis de Berthier.

Talco escamoso del pequeño S. Bernardo.

Sílice.	58,2
Magnesia.	33,2
Protóxido de hierro. . .	4,6
Indicios de alúmina.	
Agua.	3,5

Talco hojoso de Sainte-Foix.

Sílice.	55,6
Magnesia.	19,7
Protóxido de hierro. . .	11,7
Cal.	8,1
Alúmina.	1,7
Agua.	2,6

Se ve por estos análisis que no solo las cantidades de agua son variables, sino que ni aun estan una ni otra en proporciones definidas; el solo medio de discutir estos análisis es, admitiendo que el agua no forma parte de la sustancia principal, y como por otra parte la magnesia está en grande proporcion con relacion á la sílice, es natural suponer una mezcla de hidrato de magnesia.

El *talco laminar* de S. Gotardo parece que debe referirse á la misma especie; sin embargo, el análisis de Klaproth que ha dado

Sílice.	62
Magnesia.	30,50
Oxido de hierro. . . .	2,50
Potasa.	2,75
Pérdida al fuego. . . .	0,50

no puede presentar la relacion de 1 á 3, entre el oxígeno de las bases y el de la sílice, sino suponiendo materias extrañas, cuya naturaleza es difícil imaginar.

Se citan frecuentemente *talcos cristalizados*; pero la mayor parte de las sustancias que se han designado con este nombre, parecen tener otra distinta composicion; no se conoce nada positivo acerca del talco cristalizado. Las solas variedades que se pueden establecer son el *talco laminar* ordinariamente verdoso que se divide fácilmente en hojuelas pequeñas; el *talco escamoso* compuesto de pequeñas láminas muy suaves, acumuladas las unas sobre las otras, cuyo color es blanco, nacarado, algunas veces ligeramente verdoso. Quizá existan los *talcos compactos* que se han confundido con las serpentinas. Los talcos no parecen formar depósitos considerables; pertenecen como las serpentinas á los terrenos de micasquistos, y particularmente á capas ó masas calcáreas subordinadas á ellos como en los Alpes de Saboya, en Suiza y en el Piamonte. Los terrenos granitoideos de los Alpes contienen muchas materias suaves al tacto que se han designado comunmente bajo el nombre de talcos; pero muchas de estas sustancias parecen ser muy diferentes de las que hemos indicado en la especie de que acabamos de ocuparnos.

APENDICE. PIRALOLITA. Es una sustancia que se presenta en prisma oblicuo romboidal de 140° 49′ y en pequeñas masas de estructura escamosa compuesta segun Nordenskiold de

Sílice.	56,62
Magnesia.	23,38
Cal.	5,58
Oxido de hierro. . . .	0,99
Oxido de manganeso. .	0,93
Alúmina.	3,38
Agua.	3,58

Berzelius ha admitido para esta materia la fórmula $M\,Si^2$ que seria la del peridoto; pero el análisis que acabamos de citar, no concuerda con esta suposicion, lo que parece mas probable, á menos que no se encuentren otros datos de discusion, es la suposicion de un trisilicato de magnesia mezclado con hidrato de esta base, y de consiguiente una variedad de la especie talco.

Esta sustancia se encuentra en Filandia, en Stturgart, en depósitos calcáreos, en feldspato, Pyroxena, Wernerita etc.

CUERO DE MONTAÑA. (*Corcho de montaña*). Es una sustancia blanca ó amarillenta, compuesta de fibras simples muy delgadas, entremezcladas como en los tejidos orgánicos cutáneos, ligeras, coriáceas, imposibles de romper y que se desgarran con dificultad. Bergmann ha dado de ella el análisis siguiente:

Sílice.	62
Magnesia.	22
Cal.	10
Oxido de hierro. . . .	3,2
Pérdida.	2,8

Notando que esta sustancia contiene frecuente-

mente carbonato dolomia, se podria suponer que la pérdida es ácido carbónico que contendria 2,02 de oxígeno, y empleando este ácido para un carbonato de la fórmula $(M\ Ca)\ C^2$, quedarian los números 32,20, y 11,04, para las cantidades de oxígeno de la sílice y de las bases; en este caso seria de presumir que la fórmula de composicion es $M\ Si^3$; lo que referiria la sustancia á la especie talco.

Esta materia se encuentra en masas pequeñas en los depósitos de micasquistós ó en las rocas subordinadas; existe en un gran número de lugares en los Alpes del Delfinado y de Saboya, en los Pirineos etc.

LXXII ESPECIE.—ESTEATITA.

(*Talco esteatita, Creta de Brianzon*).

Es una sustancia compacta ó finamente escamosa; suave ó grasienta al tacto y que se deja rayar muy fácilmente; tiene color blanco, gris ó verdoso. Su peso específico es de 2,6 á 2,8; da agua por la calcinacion blanqueando y adquiriendo dureza; se funde dificilmente al soplete en los bordes del fragmento.

Su composicion se expresa por la fórmula $2\ M\ Si^3+Aq$; segun los análisis siguientes:

Creta de Brianzon por Vauquelin.

Sílice.	61,25
Magnesia.	26,25
Oxido de hierro. . . .	1,00
Cal.	0,75
Alúmina.	1,00
Agua.	6

Esteatita de Baireuth por Bucholz y Brandes.

Sílice.	60,12
Magnesia.	30,15
Protóxido de hierro. .	3,02
Oxido de cobre. . . .	0,58
Agua.	5,63

Hay pocas variedades en las esteatitas; se puede distinguir solamente la *esteatita seudomórfica* que se presenta en forma de cristales de cuarzo en el carbonato de cal; la *esteatita escamosa*, *fibro-esquistosa*, *esquistoidea y compacta*.

Las esteatitas á causa de su untuosidad se usan en polvo para disminuir el roce de las máquinas, cuyas ruedas son de madera, y para el calzado y guantes apretados á fin de que entren con facilidad. Los sastres usan pedazos de esta sustancia para señalar los cortes de los vestidos, en los paños y telas, por lo cual ha recibido el nombre de *jabon de sastre*; asi como el de creta de Brianzon que es el nombre de un lugar de donde se extrahe en abundancia.

LXXIII ESPECIE.—MAGNESITA.

(*Espuma de mar, Magnesia carbonatada silicifera*).

Esta sustancia es blanca mas ó menos térrea, siempre bastante blanda, seca al tacto; su peso específico es de 2,6 á 3,4, da agua por la calcinacion; se funde difícilmente al soplete en un esmalte blanco.

Su composicion se expresa por la fórmula $M\ Si^3+2\ Aq$; segun los análisis de Berthier ha dado:

Magnesita de Vallecas.

Sílice.	53,8
Magnesia.	23,8
Alúmina.	1,2
Agua.	20

Magnesita del Asia Menor.

Sílice.	50
Magnesia.	25
Agua.	25

Magnesita de Coulommiers.

Sílice.	54
Magnesia.	24
Agua.	20
Alúmina.	1,4

Magnesita de Salinelle.

Sílice.	51
Magnesia.	19,8
Alúmina y óxido de hierro.	44
Agua.	22
Arenas.	2,8

De estos análisis solo el que se refiere á la variedad del Asia Menor se separa de las relaciones 1, 2, 3; hay en ella magnesia y agua en exceso, y la materia parece hallarse mezclada con un hidrato de magnesia de la fórmula Aq^6; en cuanto á la magnesita de Sallinelle, es claro que se halla mezclada con una materia arcillosa.

Esta sustancia se encuentra en venas ó en riñones en las materias serpentinosas del Piamonte donde está mezclada con carbonato de magnesia, ó bien en calizas compactas que contienen riñones de pedernal, cuya edad no se conoce bien, como en la isla de Negro Ponto, en Natolia, y al pié del monte Olimpo. Forma tambien capas ó masas que contienen pedernal, y que alternan con arcillas verdosas situadas en la parte superior de algunos depósitos yesosos como en Vallecas provincia de Madrid, y en Cabañas en la de Toledo; en los depósitos de caliza fluviátil en Salinelle entre Alais y Montpeller; y en fin, en los depósitos de calizas marinas y fluviátiles en Montmarte, Crecy y otros puntos de Francia.

La materia designada con el nombre de arcilla esquistosa adherente, no es mas que una mezcla de magnesita con materias arcillosas, cuya composicion no se puede fijar y que son mas ó menos abundantes.

Usos. Se usan las variedades de magnesita, homogéneas, blancas ó amarillentas para hacer pipas de fumar que se llaman de espuma de mar, y tambien para la construccion de hornillos bastante útiles por lo mucho que resisten á la accion del fuego.

APENDICE. *Quincyta.* Es una sustancia de un color rojo carmin, el cual pierde al fuego; es difícilmente fusible al soplete, y atacable por digestion en los ácidos.

Ha dado por el análisis de Berthier.

Sílice.	54
Magnesia.	19
Protóxido de hierro. . .	8
Agua.	17

Las cantidades de oxígeno de la sílice y de los óxidos, estan bastante sensiblemente en la relacion de 3 á 1, y si se admite que haya un poco de agua perdida se obtendrá la fórmula $(M, f)\ Si^3+2Aq$, de manera que la quincyta no seria mas que una magnesita; se podria sin embargo admitir tambien $4MSi^3+fSi^3+8Aq$, y esta materia seria entonces una especie particular.

Esta sustancia se halla diseminada en granos muy finos, en calizas fluviátiles, á las cuales comunica color de rosa; se encuentra en Quincy en el departamento del Cher en Francia, y es de notar que este depósito es tambien el de la magnesita.

SILICATOS CALIZOS. Estos silicatos son sustancias blancas atacables por los ácidos; su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco y en general no dan nada por los demás reactivos.

LXXIV ESPECIE.—EDELFORSIA.

(*Piedra caliza de OEdelfors, Tremolita, Wollastonita en parte*).

Esta sustancia es blanca ó agrisada, y cristaliza en prismas romboidales; su peso específico es 2,584 para la variedad compacta; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete, dando un vidrio blanco transparente.

Es un trisilicato de cal, cuya fórmula es $Ca\,Si^3$, y sus análisis dan el resultado siguiente:

Piedra blanca fosforescente de OEdelfors por Hisinger.

Sílice.	57,77
Cal.	35,50
Alúmina.	1,83
Oxido de hierro mezclado con óxido de manganeso.	1,00
Materia volátil.	0,75
Pérdida.	3,15

Edelforsia de Csiklova por Beudant.

Sílice.	61,6
Cal.	36,1
Magnesia.	2,3

La sustancia á que se refiere el segundo análisis está acompañada de tremolita, de wollanstonita, y estas son las materias que trastornan ligeramente las proporciones; se pueden establecer fácilmente las relaciones por el cálculo, y se encuentra que este análisis corresponde exactamente á

Trisilicato de cal puro ó edelforsia.	90,7
Tremolita pura. . . .	8,4
Wollastonita.	0,9

La tremolita de Gjelleback analizada por Hisinger, pertenece probablemente tambien á esta sustancia; admitiendo una mezcla de silicato de manganeso y de hierro $(Mnsf)\,Si$; y carbonato de cal que procede de la ganga. Este análisis ha dado:

Sílice.	43,37
Cal.	38,42
Protóxido de manganeso.	4,96
Protóxido de hierro. . .	1,43
Acido carbónico. . . .	11,36
Sílice.	43,37
Cal.	23,72
Protóxido de manganeso.	4,96
Protóxido de hierro. . .	1,43
Carbonato de cal. . . .	26,06

De donde se podria sacar la fórmula $5Ca\,Si^3+(mn, f)\,Si$; que seria una sustancia particular; pero tambien se puede considerar $(mn, f)\,Si$, como materia mezclada, y en tal caso la sustancia será un silicato de cal. El análisis puede transformarse en

Trisilicato de cal. . . .	63,56
Silicato de manganeso y de hierro.	9,92
Carbonato de cal. . . .	26,07

VARIEDADES. *Edelfosia acicular y fibrosa.* Se presenta en pequeñas fibras de un blanco mate, tiesas, quebradizas, divergentes, aisladas hácia la parte superior, donde se creen distinguir prismas romboidales. Procede de Csiklova en el Bannato, donde se encuentra con la wolastonita en el carbonato de cal.

Edelfossia compacta. Se distingue por su fractura lisa, brillante y trasluciente en los bordes; se encuentra en capas pequeñas cerca de OEdelfors.

LXXV ESPECIE.—WOLLASTONITA.

(*Espato en tabla, Tafelspath, Schaalstein, Grammita*).

Es una sustancia blanca ó amarillenta; frecuentemente de un lustre nacarado. Exfoliable paralelamente á los planos de un prisma romboidal, recto ú oblicuo de 95° 20′ y 84° 40′; su peso específico es de 2,86; raya fácilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion es fusible con dificultad en un vidrio blanco. Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\,Si^2$, cuyos análisis son los siguientes:

Vollastonita de Csiklova por Stromeyer.

Sílice.	51,445
Cal.	47,412
Oxido de manganeso. .	0,257
Oxido de hierro. . . .	0,401
Agua.	0,076

Vollastonita de Pargas por Bonsdorff.

Sílice.	52,58
Cal.	44,45
Magnesia.	0,68
Oxido de hierro. . . .	1,13
Materia volatil.	0,99

Vollastonita del lago de Champlain por Wanuxem.

Sílice.	51,67
Cal.	47,00
Oxido de hierro. . . .	1,35

Vollastonita de Perheniemi por Rose.

Sílice.	51,60
Cal.	46,41
Indicios de óxido de hierro.	

Las pequeñas irregularidades que se pueden notar en las relaciones de las cantidades de oxígeno, provienen sin duda de algunas centésimas partes de materias extrañas, que se podrian aislar por el cálculo si se tuvieran datos precisos, como en el análisis siguiente, donde la materia está acompañada de tremolita y de edelforsia.

Wollastomita de Csiklova por Beudant.

Sílice.	53,1
Cal.	45,1
Magnesia.	1,8

DEPÓSITOS. La wallastonita no se muestra mas que en pequeñas masas, de un lustre nacarado, exfoliables; algunas veces groseramente bacilares ó laminosas, en los depósitos de calcáreas laminosas que parecen pertenecer al micasquisto, como en Csiklova en el Bannato, y Pargas en Finlandia. Está acompañada de granate, de tremolita, de cobre piritoso, de esfena, etc. Se la cita en las doleritas como en Castle-Hill. Existe tambien en las lavas de Capo di Bove; pero solo las partes laminosas, exfoliables de esta localidad, se refieren á la especie wollastonita, y los cristales vítreos, blancos de superficie rugosa, que se han designado

con el mismo nombre, constituyen sin duda una sustancia diferente.

Silicatos dobles. Estos pueden tener por base la cal, la magnesia, el protóxido de hierro, etc.

SUB-GÉNERO PIROXENA.

Este sub-género comprende sustancias blancas, verdes ó negras, que cristalizan en el sistema prismático rectangular oblicuo; sus cristales son exfoliables paralelamente á los planos de un prisma rectangular ó bien de un prisma romboidal de 92° 55′ y 87° 5′, y tambien paralelamente á las bases de estos prismas; la inclinacion de las bases respecto al eje varia, de 106° 6′ á 106° 30′ y la de las mismas bases respecto á los planos del prisma romboidal, de 100° 10′ á 100° y 40′.

Su composicion consiste en la reunion de dos bisilicatos, de las bases de un átomo de oxígeno, que entran cada uno por un átomo en el compuesto.

Si se llegase á reconocer que las piroxenas no son mas que bisilicatos mezclados entre sí, de todas maneras se deberia comprender la wollastonita en este sub-género.

La diferencia que se observa en la inclinacion de la base al eje del prisma, ó á los planos del eje romboidal, parece que se debe á las mezclas de las diferentes especies, pero aun no se pueden fijar positivamente los verdaderos ángulos para cada uno de ellos, por la dificultad de encontrar caras bastante lisas en las variedades que parecen mas puras. Sin embargo los mayores ángulos parece que se refieren á las especies cuyas bases dominantes son la cal y la magnesia, y los mas pequeños á aquellas cuyas bases son la cal y el protóxido de hierro. Si la pirodmalita pertenece, como es de presumir, al grupo piroxénico, y se halla esencialmente formada de protóxido de hierro y protóxido de manganeso, deberá observarse que á ella se refieren las menores inclinaciones de la base respecto á los planos de los prismas.

A. LXXVI ESPECIE.—DIOPSIDE.

(*Piroxena blanca, Allalita, Musita, Sahlita, Salaita, Fasaita, Vaikalita, Malakolita, Maclurita, Pirgoma*).

Es una sustancia blanca ó verdosa, por lo comun exfoliable paralelamente á los planos y á las bases, de un prisma rectangular oblicuo, ó bien paralelamente á los planos de un prisma romboidal, de 92° 55′ y 87° 5′; la base se halla inclinada respecto al eje de 106° 25′ á 106° 30′ y respecto á las caras del prisma romboidal de 100° 25′ á 100° 40′; su peso específico es de 3,25 á 3,34; raya difícilmente el vidrio; es rayada por el cuarzo; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete en un vidrio incoloro ó casi incoloro; es inatacable por los ácidos; su disolucion da las reacciones de la cal y de la magnesia, y precipita poco ó nada por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Si^2 + M\ Si^2$, mas ó menos mezclada con $Ca\ Si^2 + f\ Si^2$.

Entre los muchos análisis que existen elegiremos los siguientes:

Malakolita blanca, por Rose.

Sílice	54,64
Cal	24,94
Oxido de hierro	1,08
Magnesia	18,00
Oxido de manganeso con magnesía	2,00

Malakolita amarillenta, por el mismo.

Sílice	55,32
Cal	23,01
Oxido de hierro	2,16
Magnesia	16,99
Oxido de manganeso	1,59

Por estos análisis y otros análogos, se ve que las piroxenas blancas, tienen sensiblemente por base, la cal y la magnesia, y no contienen sino muy corta cantidad de protóxido de hierro; á medida que se colorean, la cantidad de protóxido de hierro, se hace mayor; es decir, que entonces la diopside está mas ó menos mezclada con hedembergita. Cuando el color verde se vuelve muy oscuro y aun pasa al negro, la hedembergita domina y las materias deben colocarse á continuacion de esta especie; pero es imposible establecer límites marcados en estas clases de mezclas que se verifican en todas proporciones.

B. LXXVII ESPECIE.—HEDEMBERGITA.

(*Piroxenas negras, Euquisiderita*).

La hedembergita es una sustancia verde, que tira mas ó menos al negro, y cuyo polvo es verde, ó bien enteramente negra y de polvo pardo, y algunas veces rojo; se exfolia fácilmente siguiendo los planos del prisma romboidal, pero difícilmente ó nada paralelamente á las bases; su peso específico es de 3,10 á 3,15; raya difícilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete en un vidrio negro ó verde oscuro; su disolucion da las reacciones de la cal y del óxido de hierro; pero poco ó nada las de la magnesia.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Ca\ Si^2 + f\ Si^2$, y se halla mas ó menos mezclada con diopside. Entre sus análisis se pueden citar los siguientes:

Hedembergita de Tunaberg, por Rose.

Sílice	49,01
Cal	20,87
Protóxido de hierro	26,08
Magnesia y protóxido de manganeso	2,98

Malakolita roja oscura, por Berzelius.

Sílice	50
Cal	20
Oxido de hierro	21
Magnesia	4,5
Oxido de manganeso	3
Materia volátil	0,9

En esta especie las relaciones de oxígeno son las mismas que en la anterior; pero la magnesia se halla reemplazada por el protóxido de hierro al cual se debe el color verde; sin embargo, como queda siempre un poco de magnesia, resulta que la sustancia se halla mezclada con una corta cantidad de diopside. Es probable tambien que haya mezclada una corta cantidad de materias extrañas que alteran algo las proporciones, pero que no se pueden extraer por falta de datos suficientes.

LXXVIII ESPECIE.—PIRODMALITA.

(*Pirosmalita, Hierro muriatado*).

Es una sustancia parda que pasa al color gris y al verde, que cristaliza en prismas oblicuos de seis planos, de fácil exfoliacion paralelamente á la base; la inclinacion de la base sobre la cara anterior, es de unos 96°; su peso específico es 3,08; es rayada fuertemente por el vidrio, da al principio agua por la calcinacion, y despues una materia amarilla (cloruro de hierro), que se disuelve en esta agua, y cuya di-

solucion enrojece el papel de tornasol, y precipita abundantemente por el hidrocianato ferruginoso de potasa; da sobre el carbon un olor de cloro, fundiéndose en una bola negra brillante, y con la sosa, da la reaccion muy marcada del óxido de manganeso.

Su composicion es probablemente la que expresa la fórmula $Mn\ Si^2 + f\,Si^2$ mezclada con cloruro de hierro. El análisis de Hisinger ha dado el resultado siguiente:

Sílice.	35,85
Protóxido de hierro.	21,81
Protóxido de manganeso.	21,14
Cloruro de hierro.	14,095
Cal.	1,210
Agua, ácido carbónico y pérdida. .	5,895

Depósitos. Esta sustancia parece pertenecer á las masas de minerales de hierro magnético; Breithaupt ha afirmado que la habia reconocido con los minerales de hierro de la isla de Elba.

Variedades de piroxenas. *Piroxenas cristalizadas.* Se presenta en prismas oblicuos rectangulares, modificados en las aristas y en los ángulos, lo cual constituye la vaikalita; en prismas oblicuos, exágonos ú octógonos, formando la diopside blanca, y algunas veces modificados en los ángulos ó aristas en la diopside y augita; en prismas romboidales terminados por apuntamientos diedros en la hedembergita y augita; en prismas del mismo género terminados por apuntamientos de cuatro caras en la fasaita y pirgoma, y en octaedros irregulares mas ó menos modificados en la primera de estas dos sustancias.

Piroxenas macladas. (Augita). Se presenta en cristales agrupados de dos en dos, paralelamente á sus caras.

Piroxenas cilindroideas. Se presentan en cristales embotados sobre las aristas.

Piroxenas bacilares. (Mussita, allalita). Forman pequeñas masas de estructura bacilar.

Piroxenas laminares. (Malacolita, sahlita, mussita, diopside blanca). Forman pequeñas masas susceptibles de dividirse groseramente en láminas, y que presentan ademas una estructura anchamente bacilar.

Piroxenas fibrosa, capilar, asbestiforme.

Piroxenas granulosas. (Coccolita). Estan compuestas de granos bastante gruesos, mas ó menos adherentes los unos á los otros.

Piroxenas compactas. Se presentan en una masa verdosa finamente granular, ó enteramente compacta.

Piroxenas descompuestas. Se presentan en cristales de augita alterados por los vapores volcánicos, y reducidos á una materia amarillenta poco sólida, como las sulfataras de Puzzola y de la Guadalupe, ó en cristales en estado de materia terrosa verde, como en las amigdaloides de Vicentin, de Fasa, etc.

Depósitos. Las piroxenas (diopside), forman algunas veces pequeñas capas poco gruesas subordinadas al micasquisto, ó se presentan en masa laminar, granular, ó mas ó menos compacta; pero las mas veces estan diseminadas. Se las encuentra tambien en el micasquisto, ó en los esquistos arcillosos y rocas de granate que le estan subordinadas, como en el valle de Allo en el Piamonte; en ciertas calizas rojizas que se aproximan á esta época de formacion; en las calizas azules, laminosas del valle de Sue, en los Pirineos, en Nueva York y en el Connecticut; en las dioritas ó depósitos calcáreos subordinados, en el Tirol; en las dolomias en Fassa, Monte Somma, etc.; en masas de hierro magnético, de cobre piritoso, de galena, etc. en Noruega, Suecia, Nueva Jersey, isla de Elba y otros puntos. En fin, las variedades de piroxenas negras, llamadas desde hace mucho tiempo augita por los mineralogistas alemanes, se hallan particularmente diseminadas en los depósitos ígneos; se ven en abundancia en las corrientes de las lavas, en las escorias que las acompañan, en el Vesuvio y Etna; en los basaltos ó tobas basálticas de Francia, Sajonia, Bohemia, y tambien en las amigdaloides de diferentes épocas en el Tirol, Italia, Palatinado y otros puntos. Los volcanes las han arrojado algunas veces con profusion en cristales aislados que caen sobre sus pendientes con las escorias ligeras, y muchas veces las escorias no parecen ser mas que masas de cristales de esta sustancia.

En sus depósitos en medio de las calizas, las piroxenas van acompañadas de tremolita, de actinota, de granates, de wernerita, de epidoto, etc. En los depósitos de las lavas y de basalto, se hallan mas aisladas, y las acompañan solamente el anfibol, hornblenda, con que se las confunde algunas veces.

LXXIX ESPECIE.—HIPERSTENA.

(Paulita).

Es una sustancia petrosa, negra, de lustre metaloide bronceado, divisible en prismas romboidales de 98° y 82°; su peso específico es 3,38; raya difícilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion, es fusible al soplete en un vidrio negro, y es inatacable por los ácidos.

Su composicion es poco conocida; el análisis de Klaproth hecho sobre la variedad que viene de la costa de Labrador, da el resultado siguiente:

Sílice.	54,25
Magnesia	14
Oxido de hierro.	24,50
Cal.	1,50
Alúmina.	2,25
Agua.	1,00

Berzelius que habia admitido la fórmula $3\ M\ Si^2 + f\ Si^2$ para representar la hiperstena, le ha reducido despues á $M\ Si^2 + f\ Si^2$.

Haüy ha indicado la hiperstena en prisma octógono de vértices diedros muy rebajados, cuyas caras se hallan inclinadas entre sí 133° 12′; pero ordinariamente se presenta en masas cristalinas laminosas; esta sustancia se halla en rocas sieníticas, en la costa de Labrador, y principalmente en la isla de San Pablo. Se le indica tambien en Groenlandia, y se ha creido encontrarla en el cabo Lizard en Cornwall, y en otros varios puntos; pero se puede dudar de estas localidades á causa de la semejanza de ciertas piedras llamadas dialaga, con la hiperstena.

Las variedades mas metaloideas se tallan en cabujones que hacen muy buen efecto en anillos.

SUB-GÉNERO ANFIBOL.

Este sub-género comprende sustancias susceptibles de cristalizar en el sistema prismático rectangular oblicuo; sus cristales se exfolian paralelamente á los planos de un prisma romboidal de 124° 30′ á 127°; su base se halla inclinada al eje de 105 á 106°; su peso específico varía de 2,8 á 2,45; rayan los feldspatos y son rayados por el cuarzo; se hallan compuestas segun la fórmula $3\ R\ Si^2 + R^1\ Si^3$ representando R y R^1, bases de un átomo de oxígeno.

La variacion de los ángulos debe tambien proceder aquí de la variedad de las bases; de un átomo de oxígeno, y de las mezclas de las diferentes especies unas con otras.

LXXX ESPECIE.—TREMOLITA.

(Grammatita, Asbesto y Amianto en parte).

Es una sustancia blanca ó verdosa, poco colore-

da que cristaliza en prismas oblicuos romboidales de 126 á 127°; su peso específico es de 2,9 á 3,15; raya difícilmente el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete con mas ó menos facilidad; algunas veces hinchándose da un vidrio blanco, ya trasluciente, ya opaco; es muy difícilmente atacable por los ácidos; su disolucion precipita en abundancia por el oxalato de amoniaco; tambien por el carbonato, y poco ó nada por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Ma^3\ Si^9 = 3\ M Si^2 + Ca\ Si^3$.

Entre los numerosos análisis de esta materia, nos limitaremos á los siguientes:

Tremolita blanca trasluciente, por Bonsdorff.

Sílice	59,75
Magnesia	25
Cal	14,11
Oxido de hierro y alúmina	0,50
Acido fluórico	0,94
Agua	0,10

Tremolita de Csiklova, por Beudant.

Sílice	59,5
Magnesia	26,8
Cal	12,3
Alúmina	1,4
Peróxido de hierro, indicios.	

Se ve que en estos y otros análisis, las cantidades de oxígeno de la sílice y de las bases, estan sensiblemente en la relacion de 9,3 y 1, que son aun mas exactas cuando se toma una porcion de la cal para formar el espato fluor. Las pequeñas cantidades de alúmina, proceden de la mezcla de algunos silicatos aluminosos que se llegan á aislar cuando se pueden adquirir algunos datos sobre las sustancias que acompañan á las variedades de tremolita analizada.

LXXXI ESPECIE.—ACTINOTA.

(*Chorlo verde, Estralita, Stralsteim, Anfibolita, Asbesto, Bissolita, Hornblenda, Pargasita, Carintina, Keratofillita*).

Es una sustancia de color verde mas ó menos intenso, que pasa algunas veces al negro, de polvo verde ó pardo; cristaliza en prismas oblicuos romboidales de 124° 30′ y 125° 40′; su peso específico es de 3 á 3,35; raya el vidrio; no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete dando un vidrio parduzco ó negro; es difícilmente atacable por los ácidos; su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco, y por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Ca\ f^3\ Si^9 = 3\ f\ Si^2 + Ca\ S^3$, mas ó menos mezclada con tremolita.

Actinota bacilar, por Beudant.

Sílice	53,1
Cal	11,4
Protóxido de hierro	25,6
Magnesia	7,8
Protóxido de manganeso	0,2
Alúmina	1,7
Potasa, indicios	
Acido fluórico, indicios	
Pérdida	0,2

Antinota prismática, por el mismo.

Sílice	53,1
Cal	10,6
Magnesia	10,4
Protóxido de hierro	21,8
Alúmina	4,1

Se ve que en estos análisis, las relaciones son todavía como los números 9,3 y 1; pero una gran parte de la magnesia se halla reemplazada por protóxido de hierro.

En la actinota pura, la sustitucion deberia ser total; pero no hay ejemplo en la naturaleza, porque siempre se encuentra mezclada cierta cantidad de tremolita. En esta especie se encuentra todavía una corta cantidad de alúmina; pero en la sustancia que ha sido objeto del primer análisis, va acompañada de granate y de materia micácea de composicion conocida; la que era objeto del segundo, va acompañada de thallita: se puede, pues, por medio del cálculo, aislar los silicatos aluminosos, y se obtienen los resultados siguientes:

Para la actinota bacilar.

Actinota	64,7
Tremolita pura	28,5
Granate	4,3
Materia micácea	2,4

Para la actinota prismática.

Actinota	47,9
Tremolita	38,4
Thallita, Zoisita	13,6

Bonsdorff, admite para las actinotas aluminíferas, la fórmula general $Ca\ Si^3 + 3\ (M,\ f)\ (Si^2,\ A^r)$ considerando la alúmina como sustituyendo á la sílice; pero esta hipótesis no satisface exactamente, y parece mas probable que la alúmina pertenezca á silicatos aluminosos mezclados.

VARIEDADES DE ANFIBOLES. *Anfíboles cristalizados.* Se presentan en prismas romboidales terminados en apuntamientos diedros, ya simples, ya modificados en las diferentes aristas, y en los ángulos sólidos, en las aristas de la base, ó á un mismo tiempo, de estas diferentes maneras y bajo diferentes ángulos. La actinota es la especie que se presenta mas frecuentemente cristalizada; la tremolita es rara en cristales que son siempre muy simples.

Anfíboles maclados. Se encuentran en cristales agrupados de dos en dos, y cuya reunion presenta por un lado un vértice diedro, y por el otro un vértice tetraedro.

Anfíboles cilindroideos. Se presentan en cristales desfigurados en el vértice y que forman solamente prismas romboidales, ó bien desfigurados en todas sus partes.

Anfíboles bacilares. Se componen de fibras gruesas, rectas y divergentes, algunas veces curvas, y mas ó menos paralelas.

Anfíboles fibrosos. Estan formados de fibras mas ó menos finas, rectas y divergentes, dispuestas algunas veces en grupos estrellados, ó curvas y entrelazadas.

Anfíboles asbestoideos. (Asbesto, amianto). Se componen de fibras muy finas, poco adherentes unas á otras que se separan fácilmente, unas veces tiesas, y otras flexibles formando masas elásticas, suaves y brillantes, como la estopa de seda.

Debe observarse que las materias que presentan estos caracteres, no pertenecen todas al anfibol; hay algunas en las piroxenas, otras en las materias que se llaman dialagas, y quizá en otras muchas sustancias.

Anfibol laminoso. Se presenta en masas pequeñas informes, susceptibles de exfoliacion, y compuestas ya de láminas entremezcladas, ya situadas todas á un mismo plano: en este caso hay siempre una tendencia á la estructura bacilar.

Anfibol fibro-esquistoso. Se compone de agujillas colocadas de plano unas sobre otras, y formando ma-

sas pequeñas que se dividen en placas mas ó menos gruesas.

Anfibol granular. Está compuesto de cristales mas ó menos agregados entre sí, y formando masas de granos de mayor ó menor tamaño.

Anfíboles compactos. Se encuentra en masas pequeñas casi vítreas, implantadas en diferentes rocas.

Anfibol manganesífero. Es un anfibol fibroso, coloreado de violeta por una sustancia manganésica, cuya composicion se ignora. Se encuentran todas las transiciones desde las variedades mas coloreadas, hasta las variedades blancas, y por estas transiciones se ha creido que la sustancia designada desde hace mucho tiempo con el nombre de epidoto manganesífero, que se encuentra con la de que estamos hablando, era tambien un anfibol.

Depósitos. Los anfíboles pertenecen á todos los terrenos de cristalizacion. Forman masas ó capas pequeñas en el gneiss, pero se encuentran mas particularmente en estado diseminado. Algunas veces se encuentran en cristales, y no mas comunmente en masas bacilares en el gneiss, en los micasquistos, ó en las rocas llamadas talcosas, que de ellos dependen, en los depósitos calizos y en la dolomia. La actinota constituye tambien con el cuarzo, especies de rocas que forman capas pequeñas subordinadas á los micasquitos, y es asimismo una parte constitutiva esencial de las sienitas y de las dioritas.

Es casi inútil indicar localidades para estas sustancias, porque se las encuentra donde quiera que se presentan las rocas que hemos citado; únicamente hay algunos lugares mas conocidos que los otros, tales son: para la tremolita, las dolomias de las cercanías de San Gotardo; las calizas de diferentes puntos de Suecia, Noruega y el Banato. Para la actinota se pueden citar todos los depósitos de micasquistos de las cercanías de San Gotardo, de los Grisones, del Tirol, y una multitud de localidades en Sajonia, Bohemia, Suecia, Noruega, América, etc. Los anfíboles negros, de polvo pardo, que se llaman mas particularmente hornblenda basáltica, se encuentran en los depósitos ígneos, en las lavas, en los basaltos, en los depósitos de amigdaloides basálticas, y en los traquitos de diferentes variedades. En estos diferentes casos, los anfíboles van acompañados de piroxena negra ó augita; pero en los demás depósitos se encuentran con granates, piroxenas, diopsides y hedembergitas, espinelas, etc.

Usos. Los anfíboles no tienen uso alguno; solo se emplean en algunos puntos rocas anfibólicas ó dioritas para obtener por la fusion vidrios negros ó verdes, comunmente jaspeados, algunas veces litoideos, de que se hacen botones y otros objetos de muy buen efecto.

LXXXII ESPECIE.—APOFILLITA.

(*Ictioftalma, Albina, Teselita, Zeolita de Hellesta*).

Es una sustancia blanca comunmente nacarada, que cristaliza en el sistema prismático, de base cuadrada; su peso específico es de 2,335 á 2,46. Raya muy difícilmente el vidrio; da agua por la calcinacion; es fusible al soplete hinchándose y dando un vidrio globuloso incoloro; es soluble en los ácidos formando gelatina; su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco, y deja un residuo alcalino despues de la evaporacion y calcinacion. Está compuesta de la manera que expresa la fórmula $8\ Ca\ Si^3 + K\ Si^6 + 16\ Aq$, segun los análisis siguientes:

Apophillita de Uto, por Berzelius.

Sílice.	52,900
Cal.	25,207
Potasa.	5,266
Agua.	16

Apofillita de Jassa, por Stromeyer.

Sílice.	51,86
Cal.	25,20
Potasa.	5,14
Agua.	16,04
Oxido de hierro y alúmina, indicios.	

Variedades. *Apofillita cristalizada.* Se presenta en prismas cuadrados ordinariamente cortos, simples ó modificados en los ángulos; en prismas octógonos regulares ó irregulares; en prismas cuadrados terminados por pirámides de cuatro caras correspondientes á las aristas; en prismas de diez y seis planos terminados del mismo modo, ó en láminas rectangulares diversamente modificadas.

Apofillita laminosa. Se presenta en cristales laminiformes agrupados unos sobre otros, de modo que dan á la masa la estructura laminosa.

Apofillita fibrosa. Forma cristales laminiformes muy delgados, agrupados en masas divergentes que presentan la estructura fibrosa, cuando se rompen perpendicularmente á las láminas.

Depósitos. La apofillita se encuentra en varios depósitos de minerales de hierro magnético de Suecia y Noruega; en las materias calizas que acompañan á algunos minerales de cobre en el Banato, ó á los minerales de plomo del condado de Hartz en Hungría. Existe tambien en las cavidades de las rocas amigdaloideas y basálticas de varios puntos de Bohemia y el Tirol, donde va acompañada de analcima, estilbita, etc.

Apendice. *Oxaverita.* Es una sustancia agrisada, verdosa ó pardo-rojiza; se presenta en cristales octaedros agudos de base cuadrada, agrupados entre sí, ó en pequeñas masas amorfas; su peso específico es 2,218. Se compone segun Turner de:

Sílice.	50,76
Cal.	22,39
Potasa.	4,18
Oxido de hierro.	3,39
Alúmina.	1,10
Agua.	17,36

Esta composicion es con corta diferencia la de las apofillitas, á no ser que hubiera algun error en las cantidades relativas de cal y potasa, cuyas cantidades de oxígeno deben reunirse para obtener las relaciones de las bases con el ácido; tambien se deberia admitir agua higrométrica. Esta materia ha sido encontrada en Ocsaver en Islandia, en maderas petrificadas que proceden de las orillas de un manantial caliente.

II FAMILIA.—BORIDOS.

Esta familia comprende cuerpos formados de ácido bórico, ya sea solo, ya combinado con diferentes óxidos, que comunican inmediatamente al alcohol la propiedad de arder con llama verde, ó bien dan por la accion del ácido nítrico un residuo capaz de producir dicho fenómeno.

Estos caracteres no son aplicables mas que á los cuerpos que vamos á reunir en esta familia; si se agregan la turmalina y la axinita, habrá que añadir que estos cuerpos necesitan ser fundidos préviamente con un álcali; el resultado de la fusion atacado por el ácido nítrico, deja entonces un residuo que da al alcohol la propiedad de arder con llama verde.

Hay pocas sustancias que colocar en la familia de los bóridos; pero como hace poco tiempo que se busca el ácido bórico en los minerales, es probable que se encuentren otros muchos, ademas de los que conocemos, en cuyo caso el número de especies, sobre todo en los borosilicatos, se aumentará considerablemente. Tal como es dicha familia en la actualidad, se compone únicamente de los cuerpos que se ven en la siguiente tabla:

Género boróxido.

Sassolina. $Bo\,Aq$

Género borato.

Bórax. . . . $Na\,Bo^6+10\,Aq$
Boracita. $M\,Bo^4$

Borato de cal.
Borato de hierro.

Género borosilicato.

Datolita. . . . $Ca\,Bo^3+Ca\,Si^4+Aq$
Botriolita. . . $Ca\,Bo^3+3\,Ca\,Si^2+2\,Aq$

Humboldtita.

Pocas generalidades pueden darse acerca de esta familia, todo lo que se puede decir es que ninguna de las materias que contiene, forma depósito considerable en la superficie de la tierra; unas se hallan en disolucion en las aguas; otras diseminadas, ó en nidos en las masas metalíferas ó en las cavidades de las rocas amigdaloideas.

PRIMER GÉNERO.

BORÓXIDO.

ESPECIE UNICA.—SASSOLINA

(*Acido bórico hidratado*).

Es una sustancia que forma pajitas blancas, nacaradas, ó masas pequeñas compuestas de dichas pajitas. Es poco soluble en agua, inatacable por el ácido nítrico, y comunica al alcohol la propiedad de arder con llama verde. Su peso específico es 1,479; se liquida á un calor ligero en su agua de composicion; da mucha agua por la calcinacion y se funde en un vidrio incoloro.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Bo\,Aq$ ó en peso

Acido bórico.	56,37
Agua.	43,63

La sasolina se encuentra por una parte en disolucion en las aguas de ciertos lagos de Toscana, y principalmente cerca de Sasso, en el Sienés, de donde se ha derivado el nombre de sasolina; allí procede de las aguas que salen de los terrenos inmediatos en forma de surtideres de vapor á 100 grados, y que constituyen el fenómeno de las *fumarolas*. Cristaliza á orillas de estos pequeños lagos y con las eflorescencias que cubren el suelo inmediato. Por otra parte, la sasolina se encuentra en el cráter de Vulcano donde parece tambien haber sido depositada por surtidores de vapor y por los manantiales cálidos; en esta posicion se halla en masas pequeñas frecuentemente mezcladas con azufre.

El ácido bórico hidratado se usa hoy para la fabricacion del bórax.

II GÉNERO.—BORATOS.

Este género comprende sustancias atacables por el ácido nítrico y que dejan un residuo de ácido bórico. Su disolucion deja una materia alcalina despues de la evaporacion y la calcinacion, ó precipita por diversos reactivos.

PRIMERA ESPECIE.—BORAX.

(*Tinkal, Sub-borato de sosa, Sosa boratada*).

Es una sustancia salina, blanca, de un sabor dulzaino, que cristaliza en el sistema prismático rectangular oblicuo, sus cristales se derivan de un prisma, cuya base se halla inclinada sobre dos caras opuestas 106°30′ y 73°30′; su peso específico es 1,74; es soluble en el agua; su disolucion saturada, da inmediatamente cristales de ácido bórico hidratado por la adicion de un ácido. Su disolucion nítrica, no precipita por los reactivos, y da despues de la evaporacion y calcinacion, una materia alcalina soluble. Se liquida en su agua de composicion á un débil calor; se hincha despues considerablemente, y por último se funde dando un vidrio incoloro.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Na\,Bo^6+10\,Aq$ ó en peso

Acido bórico.	36,52
Sosa.	16,37
Agua.	47,10

Bórax cristalizado. Se presenta en prismas de seis planos simples ó modificados en las aristas posteriores de las bases, y tambien en octaedros prismáticos ó simples.

Depósitos. El bórax se halla en disolucion en las aguas de ciertos lagos de la India; tambien se le indica en pequeñas capas cristalinas que no son quizá mas que cristalizaciones en el fondo de estos lagos á algunos piés de profundidad, en las tierras movedizas. Se le cita en Ceylan, en Persia, en la Tartaria meridional, y en China; se asegura que existe en abundancia en las aguas de las minas de Viquintipa y de Scapa en el Potosí.

El bórax ha venido durante mucho tiempo de la India en una masa cristalina, cuya superficie estaba cubierta de una materia grasa particular y se refinaba en Europa; hoy se fabrica por medio del ácido bórico, que se saca de los lagos de Toscana.

Usos. El bórax sirve de fundente en una multitud de operaciones. Los plateros y joyeros, se sirven de él para preservar las soldaduras de la oxidacion y facilitar su fusion para unir sus diversas piezas.

II ESPECIE.—BORACITA.

(*Espato borácico, Borato de Magnesia, Magnesia boratada*).

Es una sustancia petrosa, que cristaliza en romboedros, muy inmediatos al cubo.

Presenta los fenómenos de la doble refraccion entre dos láminas de turmalina; su peso específico es 2,56; raya el vidrio; es fusible al soplete en un glóbulo vítreo que se cubre de cristales pequeños por el enfriamiento, y se vuelve blanco y opaco; la disolucion nítrica, da por la sosa un precipitado blanco que toma un color de lila, cuando se calienta despues de haberlo humedecido con nitrato de cobalto.

Su composicion se expresa por la fórmula $M\,Bo^4$, segun el análisis de Asfvedson, que ha dado los resultados siguientes:

Acido bórico.	69,7
Magnesia.	33,3

VARIEDADES. *Boracita cristalizada.* Se presenta en cristales romboédricos, simples ó modificados en las aristas y en los ángulos sólidos, ó en una especie de dodecaedros romboidales. Se han considerado estos cristales como cubos y dodecaedros romboidales que no estaban modificados simétricamente; pero podria muy bien suceder que pertenecieran al sistema romboédrico, porque Brewster ha asegurado desde hace mucho tiempo, que poseian un eje de doble refraccion, y Beudant ha reconocido posteriormente, que los cristales pequeños transparentes, tenian la doble refraccion; la electricidad polar de que esta especie es susceptible, parece conducir al mismo resultado. Seria, sin embargo posible que hubiera dos especies de borato, confundidas bajo la misma denominacion, y que la una fuese cúbica y la otra romboédrica; pero los cristales ordinarios, no son bastante marcados para sujetarse á las medidas que pudieran disipar la incertidumbre en que es aun prudente permanecer.

Boracita mamelonada. Se presenta en pequeños mamelones, blancos, opacos, raros, que acompañan los cristales. Estos pequeños glóbulos son boratos, pero á base de cal y de magnesia, porque su disolucion precipita á la vez por la sosa y por el oxalato de amoniaco.

La boracita se encuentra en cristales aislados, diseminados en los yesos, cuya edad no se sabe bien; ya en Kalkberg ó en Schildstsin, cerca de Luneburg en Brunswick; ya en Segeberg, cerca de Kiel en Holstein.

APENDICE. *Borato de cal.* Se puede ya presumir la existencia del borato de cal por el análisis de Westrumb, aunque se haya supuesto que esta materia procedia de la ganga del mineral; pero tambien se ha reconocido su existencia en piedras calizas que proceden de las cercanías del monte Rotondo en Toscana. Son unas películas de color blanco sucio, que cubren fragmentos de carbonato de cal y que se han tomado probablemente por tobas calizas; estas películas no contienen mas que cal y ácido bórico, pero no podemos decir en qué proporciones, por no haberse analizado bastante; su disolucion nítrica precipita por el oxalato de amoniaco.

Borato de hierro. La existencia del borato de cal, ha ocasionado algunas investigaciones por parte de los mineralogistas, á fin de ver si existian otras combinaciones del mismo ácido en las materias terrosas recogidas en las cercanías de las lagunas de Toscana, y se ha reconocido una materia amarilla terrosa que en un principio se tomó por ocre, y que luego se descubrió ser borato de hierro, cuya disolucion nítrica precipita abundantemente por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

III GÉNERO.

BORO-SILICATO.

SON sustancias atacables por los ácidos con resíduo de ácido bórico y de sílice.

PRIMERA ESPECIE.—DATHOLITA.

(*Esmarkita, Natrocalcita, Cal boratada silícea*).

Es una sustancia vítrea, blanquecina; cristaliza en prisma recto romboidal de 103°42′ y 76° 58′; su peso específico es 2,98; raya el vidrio con dificultad; da agua por la calcinacion y se blanquea; es fusible con aumento de volúmen en un vidrio transparente. Su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca^2\ Bo^3\ Si^4\ Aq = Ca\ Bo^3 + Ca\ Si^4 + Aq$ si se ha de dar crédito á los análisis siguientes:

Datolita de Arendal por Vauquelin.

Sílice.	36,66
Acido bórico.	21,67
Cal.	34,00
Agua.	5,50

Datolita de Andreasberg por Stromeyer.

Sílice.	37,36
Acido bórico.	21,26
Cal.	35,67
Agua.	5,71

Berzelius no admite sin embargo estas relaciones, y ha dado una fórmula química equivalente á $Ca^4\ Bo^{12}\ Si^6\ Aq$, cuyo orígen se ignora.

El análisis de Klaptoth que ha dado

Sílice.	36,50
Acido bórico.	24
Cal.	35,50
Agua.	4

presenta relaciones muy irregulares, cuya fórmula no se puede admitir.

Datolita cristalizada. Se presenta en prismas romboidales modificado de diferentes maneras sobre las aristas y los ángulos.

Datolita amorfa. Se presenta en masas vítreas blancas, algunas veces cariadas.

DEPÓSITOS. La datolita ha sido encontrada primero en Arendal en Noruega, en los depósitos de óxido de hierro magnético de la mina de Nodebro; se la ha encontrado mas tarde en Theis cerca de Clausen en el Tirol; en las geodas de Agath; en las cavidades de basaltos en Salisbury Craigs, y en Nueva Jersey, acompañada de la apofillita, la prenita, la estílbita, etc.; pero no es muy seguro que las materias asi designadas pertenezcan á la misma sustancia.

II ESPECIE.—BOTRYOLITA.

(*Cal boratada silícea concrecionada*).

Es una sustancia blanquecina agrisada, etc.; pétrea mas bien que vítrea; que se presenta en pequeñas masas mamelonadas ó de figura de racimo. Presenta por lo demás los caracteres químicos de la datholita.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca^4\ Bo^3\ Si^6\ Aq^2 = Ca\ Si^2 + Ca\ Bo^3 + 2\ Aq$, si se tiene en cuenta el análisis de Klaproth que ha dado:

Sílice.	36
Acido bórico.	13,5
Cal.	39,5
Agua.	6,5

Berzelins ha admitido una fórmula química que corresponde á $Ca^4\ Bo^6\ Si^6\ Aq$. Se ignora sobre cuál análisis pueda estar fundado.

La botryolita se encuentra en la mina de hierro magnético de Œstre-Kjenlie cerca de Arendal en Noruega.

APENDICE. *Humboldtita.* Levy ha denominado asi una sustancia que cristaliza en prismas oblicuos romboidales de 115° 45′, cuya base está inclinada sobre los planos 91° 41′ 30″ y en la que Wollaston ha reconocido un boro silicato de cal.

Ha sido encontrada en Geisalpe cerca de Sonthofen, en los Alpes del Tirol.

Es posible que se coloquen en adelante en el género boro-silicatos, las turmalinas, la axinita, etc., que hemos descrito, y entonces habrá que modificar el carácter del género como hemos indicado.

III FAMILIA.—CARBONIDOS.

Son unas sustancias que contienen carbono, ya puro, ya combinado con otros cuerpos. Dan carbonato de potasa por el tratamiento al fuego y al aire libre con una corta cantidad de nitrato de potasa; ó bien dan ácido carbónico por la accion de un ácido; ó en fin, se encuentran inmediatamente en estado de ácido carbónico, gaseoso ó disuelto en agua.

En esta familia reunimos todas las materias carbonosas, desde el diamante ó carbono puro, hasta los vegetales alterados que constituyen la turba; no porque consideremos la mayor de estas materias como especies definidas, sino porque desempeñan un papel muy notable en la superficie del globo, son importantes en las artes, y deben por consiguiente bajo este doble aspecto, formar parte de los sistemas de mineralogia. A continuacion se colocan los carburos de hidrógeno, las materias crasas, bituminosas, resinosas, algunas de las cuales quizá no son mas que carburos de hidrógeno, y las otras se componen de carbono, de hidrógeno y de oxígeno. Algunas sales de ácidos orgánicos, de que el carbono es parte constitutiva, ha parecido que debian ser colocadas en este grupo de cuerpos, y formar por medio de los carbonitos (oxalatos) un paso á los carbonatos que es el género mas numeroso y mejor caracterizado de la familia.

PRIMER GÉNERO.

CARBONO.

Este género comprende cuerpos sólidos que se funden y detonan con el nitrato de potasa; arden con mas ó menos facilidad, sin llama ni humo, á veces con uno y otro y desprenden entonces un olor particular.

ESPECIE ÚNICA.—DIAMANTE.

Es un cuerpo vítreo, que se presenta en cristales mas ó menos perfectos, y ofrecen una exfoliacion fácil paralelamente á las caras de un octaedro regular; su peso específico es 3,52. Raya todos los cuerpos y no es rayado por ninguno; es muy frágil por consecuencia de la exfoliacion; se deslustra la superficie al fuego de oxidacion del soplete, pero se consume dificilmente tambien; detona cuando es reducido á polvo, con el nitrato de potasa.

Su composicion es, un carbono puro, sin ninguna porcion de hidrógeno.

Variedades. *Diamante cristalizado.* Se presenta en octaedro regular, en cubo (raro) en tetraedro regular, y en dodecaedro romboidal.

Diamante maclado. Se presenta en octaedros simples ó modificados sobre las aristas, reunidos de dos en dos, y casi siempre con un grande ensanche de las caras de reunion.

Diamante esferoideo. Se presenta en cristales cuyas aristas son curvilíneas. Estas son las variedades mas comunes.

Diamante agrupado. Es la reunion de cristales agrupados de manera que presentan el aspecto de un cristal, sobre cuyas caras se hallaran colocadas en láminas cristalinas ó cristales muy aplanados, dejando entre sí ángulos entrantes de todas especies.

El diamante es *incoloro ó amarillento*, *ahumado*, *pardo*, *negro y opaco*; rara vez con colores vivos que suelen ser *amarillo*, *amarillo verdoso*, *verde*, *rojo de jacinto* y *rosa*.

Depósitos. El diamante no se ha encontrado hasta ahora, sino en depósitos de transporte, cuya edad no se conoce de una manera positiva, pero que parecen bastante modernos y con corta diferencia de igual naturaleza en todas las localidades. Por lo general son depósitos formados de fragmentos y de cantos rodados cuarzosos unidos entre sí por una materia arcillo-ferruginosa, arenosa mas ó menos abundante. Estos depósitos llevan en el Brasil el nombre de *Cascalho* y contienen accidentalmente hierro oligisto, óxido de hierro magnético, óxido rojo metaloideo, diferentes variedades de cuarzo coloreado, etc.; igualmente se ha encontrado en ellos madera petrificada. Se estienden á grandes espacios y en todas partes se encuentran enteramente en descubierto, lo cual es causa de la incertidumbre que existe cerca de su edad relativa. Se citan en la India, capas sólidas encima de las materias terrosas que contienen el diamante; pero se ignora su naturaleza, y nada prueba que no sea el mismo depósito solidificado. Sin razon se ha pretendido sobre todo respecto á las Indias, que estos depósitos de diamantes eran detritus de terrenos de Trapp, expresion vaga que indica generalmente rocas de orígen ígneo; se puede creer con mas fundamento que son restos de montañas primitivas ó á lo mas intermediarias como veremos mas adelante hablando del oro. Estos depósitos descansan sobre rocas graníticas, rocas anfibólicas, ó rocas esquistosas, y algunas veces sobre calizas que no parecen muy antiguas.

Los diamantes se encuentran siempre en corta cantidad en estos depósitos, diseminados por todas partes y generalmente muy separados unos de otros; casi siempre estan cubiertos por una capa terrosa que se adhiere á ellos con mas ó menos fuerza, é impide reconocerlos antes de haber sido lavados. Se ha creido notar en el Brasil que por lo general el diamante, se encuentra en el fondo y en los límites de los valles extensos, mas bien que en lo alto de las colinas y á poca profundidad de la superficie del suelo; las partes mas ricas son aquellas en que existe mucho óxido de hierro, sobre todo en granos lisos.

Hasta ahora solo se ha encontrado el diamante en un corto número de lugares en la superficie del globo, y la India es en este concepto el país mas antiguamente conocido, aunque haya pocas noticias acerca de los verdaderos puntos en que se encuentran las explotaciones. Existen principalmente en las provincias de Visapur, de Hidrabad (Golconda), Orissa, Allahabad, que forma parte del Decan, y en Bengala. Se cita particularmente en las comarcas de Raolkunda á cinco jornadas de Golconda, en Outara, Carora, en la parte septentrional de Visapur, de Gaudjicota, en el valle de Pennar, sobre las fronteras de Missore, en Sumbelpur, á orillas de Mahameddy, del Parma en Allahabad, etc. Se encuentra tambien el diamante en la isla de Borneo, y sus principales minas son las de Ambauwang y en Sandak, segun los autores.

Se ha encontrado esta preciosa sustancia en el Brasil, á principios del siglo XVIII, en la provincia de Minas-Geraes. Hoy existen varias explotaciones en un terreno cuya extension es de diez y seis leguas de Norte á Sur, y ocho de Este á Oeste cerca de la ciudad

de Tepico. La mas considerable es la de Mandanga en el distrito de Cerro-do-Frio, á diez ó doce leguas de Tepico. Existen otras varias, tales como la de San Gonzalez, Montero, Rio-Pardo. El cerro San Antonio, el distrito de Rio Plata y el de Abage, son tambien muy ricos en diamantes, pero no son explotados á no ser por algunos contrabandistas.

Se ha encontrado tambien modernamente esta sustancia en Siberia, en la pendiente occidental de los montes Ural, cerca de Keskanar. Parece que existe en los mismos depósitos que en el Brasil y en los auríferos y platiníferos.

Extraccion. La extraccion del diamante se verifica por medio del lavado y espurgo de las materias en que está contenido. Si estas materias son sólidas, se empieza por quebrantarlas; se lavan despues para desembarazarlas de las partes terrosas que el agua puede arrastrar y despues de haber separado los cantos gruesos, se buscan en el resíduo los diamantes que puede haber.

Segun parece, en las Indias la explotacion del diamante es casi libre, existiendo únicamente un derecho para los gefes de las comarcas en que se ramifica. En el Brasil se la reserva el gobierno, pero emplea en este trabajo negros que le alquilan los particulares que obtienen este privilegio. Este sistema de arrendamiento, es, segun se asegura, el principal orígen del contrabando, que es muy considerable; por medio del cual se introducen en el comercio los diamantes mas grandes y mas hermosos. Estos, negros, sin embargo, estan vigilados muy rigurosamente por inspectores que no los pierden de vista en ninguno de sus movimientos; tambien se les estimula por medio de premios, y el negro que encuentra un diamante de diez y siete quilates y medio, es puesto solemnemente en libertad y su amo indemnizado.

El lavado se hace bajo un cobertizo y sobre una especie de entarimado inclinado, dividido en su longitud en varias particiones ó *cajas*, en cada una de las cuales hay un negro; una corriente de agua va á parar hácia la parte superior donde se encuentra un pedazo de cascalho, del cual cada lavador separa sucesivamente una parte para lavarla bien y buscar en seguida entre el guijo los diamantes que puedan existir. Ordinariamente hay veinte negros en cada taller, y varios inspectores sentados sobre banquetas elevadas colocadas hácia la parte superior de las cajas.

En el momento que un negro encuentra un diamante, debe advertirlo dando una palmada y entregarle á un inspector, que le deposita en una escudilla suspendida en medio del taller; cada noche se lleva esta escudilla al oficial principal, que cuenta y pesa los diamantes y toma nota de ellos.

Las minas de diamante explotadas en el Brasil, produjeron al gobierno desde 1730 á 1814, 3.023,000 quilates, lo cual produce una renta anual de 36,000 quilates, poco mas de 15 libras; este producto ha disminuido considerablemente en los años últimos de dicho período, pues segun datos exactos, desde 1801 á 1806, no ascendió á mas de 115,675 quilates, lo cual no eleva el producto medio anual á mas de 19,279 quilates. El gasto real del gobierno para los empleados durante este mismo espacio de tiempo, ha sido de unos 17.000,000 y medio de reales; descontando el producto de oro de estas lavaduras, resulta que el quilate de diamante bruto viene á costar unos 150 reales de gasto de explotacion.

El contrabando, que hemos dicho ya ser muy considerable, está valuado en una tercera parte del producto de las explotaciones.

El Brasil es el que produce hoy todo el comercio de diamantes; de aquel país vienen á Europa 25 ó 30,000 quilates por año, que por la talla quedan reducidos á 800 ó 900 quilates.

Usos. Todo el mundo sabe el precio que se da en general al diamante; su dureza, su brillo, su fuerza de refraccion que descompone la luz, los reflejos en haces de mil colores, le han hecho muy estimado en todos tiempos y le pondrán siempre en primer lugar entre las piedras que se usan en la joyería. Se aprecia sobre todo, el que es perfectamente limpio y pierde mucho de su valor cuando tiene algun tinte amarillo, lo cual sucede con frecuencia. Solo cuando los colores son francos y vivos, recobra todo su valor, y aun á veces le aumenta.

Hasta fines del siglo XV no se usaban los diamantes brutos; los mas estimados eran entonces los que presentaban naturalmente una forma piramidal. En 1476, descubrió Luis de Berguem el arte de tallar esta piedra por medio de su propio polvo, y solo entonces se conoció toda su hermosura. Se ha tallado el diamante de diferentes maneras, pero poco á poco se ha ido abandonando la mayor parte de las formas imaginadas, y hoy solo se usan la talla en rosa, para las piedras planas, y la talla en brillantes para las piedras gruesas.

El diamante tiene siempre un precio muy alto, pero varía siempre segun el tamaño, uniformidad de color y talla. Los de colores oscuros y poco á propósito para ser tallados, se destinan para hacer polvo, y su precio es de 112 á 113 reales por quilate. Los destinados á tallarse, se venden, si su precio no excede, el quilate por 180 reales, aumentando extraordinariamente de valor, segun excede de 2, 4, 8, 10, 12 quilates, etc. Los diamantes rosa, valen menos que los brillantes, cuyo precio, siendo un quilate, varía desde 800 ó 900 reales, á 1,100 y 1,300.

Muy raros son los diamantes de bastante grueso, y entre los conocidos, los mayores y mas celebrados, son el de Agrag, cuyo peso es de 475 quilates; el de Radjha de Matun en Borneo, cuyo peso es de 300 quilates; el del emperador del Mogol, que pesa 279 quilates, se parece á un huevo cortado por medio, y está valuado por Tavernier en unos 44.000,000 de reales; el de Catalina, emperatriz de Rusia, del grueso de un huevo de paloma, pesa 193 quilates, y costó unos 8.000,000 y medio de reales, y cerca de 380,000 de pension vitalicia; el del emperador de Austria, cuyo color es algo amarillo, el peso 139 quilates, y está valuado en mas de 9.000,000 y medio de reales; y el perteneciente á la Francia, conocido con el nombre de Regente, por haber sido comprado durante la regencia del duque de Orleans, en mas de 8.000,000 y medio de reales. A estos deben añadirse el Sancy, el del Gran Duque de Toscana, el Montaña de Luz, y la Estrella del Sur. El diamante Regente es reputado como el mejor de los conocidos en Europa, mas que por su peso, por su figura y hermoso destello de luz; está valuado en mas del doble de su coste, pesaba 410 quilates en bruto, y el trabajo de su talla duró dos años. Todos los diamantes referidos proceden de la India, y entre los del Brasil, el mayor conocido, perteneciente á la corona de Portugal, que conserva aun (por no haber sido tallado) su forma octaedra natural, pesa, segun unos autores, 120 quilates, y segun otros 96 solamente y $^3/_6$ de quilate.

La extremada dureza del diamante le hace tambien emplear en las artes; con él se hacen taladros que sirven para agujerear las piedras, y una especie de buriles para grabarlas. Los vidrieros le usan habitualmente para cortar el vidrio y para esto emplean el diamante cristalizado de aristas curvilíneas; pero segun las justas observaciones de Wollaston, el principal mérito de la piedra en este caso, es mas bien su forma curvilínea que su dureza; los diamantes tallados ó de aristas muy vivas, no hacen mas que rayar el vidrio sin cortarle; por el contrario, todas las sustancias capaces de rayar el vidrio, adquieren la propiedad de cortarle, cuando se tallan en facetas convexas y con aristas curvilíneas.

Apendice. Aquí deben reunirse varias clases de materias, algunas de las cuales parecen no ser otra cosa sino carbono en un estado particular de agregacion molecular, y algunas otras pueden considerarse como carbono mezclado con materias bituminosas, y en fin, algunas no son mas que materias vegetales alteradas, carbonizadas y bituminizadas en el seno de la tierra. Es posible que algunas de estas materias constituyan algun dia especies particulares de cuerpos, formados á la manera de las sustancias orgánicas; pero nuestros conocimientos no nos permiten definirlas hoy bajo el punto de vista de su composicion, y por consecuencia caracterizarlas de una manera conveniente.

Grafito. *Plombagina*; *mina de plomo*; *carburo de hierro*; *hierro carburado*. Es una sustancia de color gris de plomo, ó gris de hierro, de lustre metálico, suave al tacto, tiñe los dedos de un gris de plomo; su peso específico es de 2,08 á 2,45; es rayado con facilidad por un punzon de acero; se corta con facilidad por un instrumento cortante, y presenta lustre metálico en las rayas ó en las cortaduras; se funde con el nitrato de potasa, y arde difícilmente, por la accion de la llama exterior del soplete.

Se compone de carbono manchado por una cortísima cantidad de óxido de hierro, y algunas veces manchado con materias terrosas.

Esta materia ha sido considerada mucho tiempo como un carburo de hierro; pero en la actualidad, se sabe que el hierro, cuya cantidad es muy variable, del cual no se ha encontrado nunca mas que el 10 ú 11 por 100, y que aun es nulo en el grafito que se forma algunas veces en los hornos, es enteramente accidental. De esto resulta que la materia no es mas que carbono, que se encuentra en un estado de agregacion molecular diferente del diamante.

Se ha citado grafito cristalizado en laminillas exagonales; pero los ejemplares que han solido presentarse con este nombre, no eran mas que sulfuro de molibdeno.

Grafito escamoso. Se compone de pequeñas láminas ó escamas amontonadas confusamente unas sobre otras.

Grafito esquistoideo. Se compone de hojas ordinariamente curvas, que se desprenden difícilmente, pero producen sin embargo la ruptura de las masas paralelamente á sus planos.

Grafito compacto. No es mas que una variedad del grafito escamoso.

Grafito térreo. Es negro, sin lustre en la superficie, pero adquiere lustre metálico por el frotamiento, y se halla frecuentemente mezclado con materia terrosa.

Depósitos. El grafito se encuentra en el gneiss, el micasquisto, los esquistos arcillosos, y las calizas que de ellos dependen. Forma masas, y filones, como en los Pirineos, en el Piamonte y en Baviera; en otros casos se encuentra en riñones ó diseminado y parece ocupar el puesto de la mica. Se encuentra tambien en los esquistos de los terrenos intermediarios y en ellos ya forma masas voluminosas, ya se halla diseminado en toda la roca, á la cual comunica un color negro, un lustre mas ó menos metálico y la propiedad de manchar. Se le cita tambien en las sienitas, en las rocas calcáreas é intermediarias y en el gres ullífero, y por último existe tambien en la formacion de los esquistos alpinos, en el mismo depósito que los antracitos.

Usos. El principal uso del grafito es, para la construccion de los lápices llamados de plomo. El de Inglaterra, que es sumamente fino y suave, es la variedad mas propia para este uso, ó mas bien la única que se puede usar para los lápices finos. No se le da preparacion alguna y no se hace mas que dividir la masa por medio de una sierra, en barritas que despues se cubren de madera. Estos lápices simples son muy raros y caros, y la mayor parte de los que se encuentran en el comercio son compuestos. Unos estan formados con el polvo que procede de la sierra de los otros, con el cual se hace una pasta, con una goma particular; son todavía bastante buenos, cuando estan bien hechos y no les falta mas que un poco de tenacidad. Los otros que son inferiores, estan formados con este mismo polvo ó con grafitos de inferior calidad, de diferentes lugares que se mezclan con materias térreas, ó sulfuro de antimonio, etc., son siempre duros y nunca presentan la finura de los primeros. Despues de los lápices de grafito inglés que ni aun se fabrican mas que en Inglaterra, los que merecen la preferencia, se fabrican con las variedades que se sacan de Pasau en Baviera. Se emplea tambien el grafito para suavizar el roce en las máquinas de madera. Tambien se frota con él, el hierro fundido y el forjado para preservarle del orin; finalmente se mezcla con materias arcillosas, para formar crisoles que se llaman tambien crisoles de plomo, los cuales son muy refractarios y se usan particularmente entre los fundidores de cobre. En Passau, es donde se fabrican particularmente estos crisoles.

Antracito. *Ulla chispeante*; *Glanzkohle*; *Kohlenblenda*. Es una sustancia negra, opaca, blanda, seca al tacto, y cuyo polvo tiene olor á carbon; su peso específico es de 1,5 á 1,8; arde con dificultad sin llama ni humo, y se cubre de una capa ligera de ceniza blanca al tiempo de enfriarse.

Se compone de carbono, con algunos indicios de hidrógeno y mezclado con tres á cinco por ciento de materia térrea.

Variedades. *Antracito reniforme.* Se presenta en riñones mas ó menos voluminosos.

Antracito poliédrico. Se presenta en fragmentos de diferentes formas que á primera vista, parecen tener alguna regularidad, y que son producidos por disminucion del volúmen.

Antracito compacto. Se presenta en masas sólidas muy brillantes, sonoro, y de fractura irregularmente concoidea.

Antracito hojoso ó esquistoso. Este se divide en placas. Es producido probablemente por disminucion de volúmen.

Antracito granular. Presenta una masa en la apariencia compuesta de fragmentos conglutinados.

Antracito fibroso. (Carbon fósil, mineral Holzkohle). Es una materia fibrosa brillante y como sedosa, tizna los dedos; se encuentra en pequeñas capas delgadas en los antracitos, ó en las ullas de diversas localidades, como en Fraisnes cerca de Valenciennes, y en New-Castle en Inglaterra.

Antracito térreo. Es una materia de un negro mate, que no adquiere lustre por el frotamiento.

El antracito es algunas veces de un negro mate, pero mas comunmente presenta un lustre muy vivo y metaloideo.

Depósitos. El antracito empieza ó manifestarse en los terrenos intermediarios donde se encuentra comunmente en medio de rocas arenáceas designadas con el nombre de Grauwacke, en Sajonia, Bohemia, etc.; algunas veces entre capas de rocas amigdaloideas ó porfídicas; pero tambien se encuentra mas arriba en la serie de las formaciones; en primer lugar con la ulla, en medio de la cual forma venas, riñones y aun capas; despues y aun mas particularmente en el lias alpino. Podria suceder que esta sustancia no tuviera depósito particular y que fuera solo una modificacion de la ulla ó de los estipitos y lignitos, por circunstancias diferentes que han hecho desprender el betun á las materias volátiles que estos combustibles contienen. En efecto, se puede observar que el antracito se halla por lo general en terrenos donde se encuentran frecuentemente amigdaloides, doleritas, pórfidos, gneiss, esquistos arcillosos ó talcosos en re-

lacion íntima con las materias arenáceas que contienen el combustible. Ahora bien si estas rocas pueden ser consideradas como de orígen ígneo, es claro que han debido ejercer en el momento de extenderse una influencia considerable sobre todas las materias de los terrenos que han atravesado: por consiguiente habran modificado las capas combustibles como todas las demás, y esto en los terrenos intermediarios, lo mismo que en los secundarios.

Las materias arenáceas que acompañan al antracito, contienen con mucha frecuencia restos orgánicos; pero por lo general, se hallan muy alterados y apenas se pueden terminar las especies; únicamente se ve que son restos de plantas que deben referirse á la familia de los helechos, y á la de las equisetáceas. Solo en los depósitos de antracito del lias alpino, se han encontrado restos que pudieran determinarse y lo notable es que pertenecen á las mismas especies de plantas que los que se encuentran en el terreno ullífero, el cual es mucho mas antiguo.

Usos. El antracito se usa en efecto como materia combustible. Es verdad que para hacerle arder se necesita mezclarle con leña ó con ulla, y sobre todo disponer los hornos de modo que pueda entrar en ellos una gran cantidad de aire; pero una vez encendido da mucho calor y arde con una llama corta y blanca que los impulsos del aire hacen larga y muy brillante; despues se pueden añadir nuevas porciones de combustible que se encienden fácilmente sobre las primeras.

Este combustible se ha usado ventajosamente en las fundiciones; es muy útil en todas las operaciones en que se necesita una temperatura elevada; se usa con preferéncia en los lugares en que existe para cocer las piedras calizas muy duras, cuya reduccion á cal exige gran calor; pero no se puede usar sino para trabajos en grande; porque no arde sino cuando se halla en grandes masas, y no se puede encender cuando se halla en corta cantidad, si se saca un pedazo de un horno donde la combustion se halle en plena actividad, se apaga al instante cubriéndose de ceniza. Por esta circunstancia no se puede usar el antracito, en las habitaciones ni en las fraguas; seria por otra parte poco á propósito para este último uso que exige una materia cuyos pedazos se aglutinan durante la combustion.

Uno de los grandes inconvenientes que presenta el antracito, es estallar al fuego, romperse en pedazos pequeños y aun reducirse á polvo que no es posible hacer arder por ningun medio; en este caso es muy necesario sacarle de los hornos.

Ulla. *Carbon de tierra*; *carbon de piedra*; *Ulla crasa*; *Steinkohle*; *Blatterkohle*; *Schifferkole*. Es una sustancia negra, opaca, blanda, que se enciende y arde con facilidad, con llama, humo negro y olor bituminoso. Se funde y se hincha durante la combustion, de manera que los pedazos se pegan unos á otros; cuando ha cesado de arder da un carbon poroso, ligero, sólido duro, de lustre metaloideo y de superficie mamelonada.

Da por la destilacion, materias bituminosas, agua, gases, muchas veces amoniaco, y deja un carbon brillante, celuloso que toma la forma del vaso destilatorio.

La manera de conducirse la ulla en la destilacion, hace creer que esta sustancia era una materia carbonosa quizá análoga al antracito que se hallaba mecánicamente mezclada con materia bituminosa en mayor ó menor cantidad. Pero esta opinion podria muy bien no ser cierta, sucediendo que las ullas fueran compuestos análogos á las materias orgánicas y que sus diferentes variedades contuvieran principios inmediatos distintos. Desgraciadamente se han hecho pocas investigaciones en este punto que nos indican diferencias notables en las distintas variedades, pero que no bastan para establecer una opinion sobre bases sólidas. Thomson que se ha ocupado de este asunto, ha obtenido los resultados analíticos siguientes:

	Carbon	Materia volátil.	Materia terrosa.
Ulla pegajosa de New Castle.	75,90	22,60	1,50
Ulla astillosa de Glascow. .	55,23	35,27	9,50
Ulla blanda de Glascow. .	42,25	57,75	11,00
Cannel coal de Coventry. .	29	60	12,00

por donde se ve que estas materias son muy diferentes en las cantidades relativas de carbon y de sustancia volátil; pero buscando ademas las cantidades relativas de los principios elementales en estos cuerpos, el mismo químico ha encontrado las relaciones siguientes haciendo abstraccion de las materias terrosas.

	Carbono.	Hidrógeno.	Oxígeno.	Azoe.
Ulla pegajosa de New Castle. .	75,28	4,18	4,58	15,96
Ulla astillosa de Glascow. . .	75,00	6,25	12,50	6,25
Ulla blanda de Glascow. . .	74,45	12,40	2,93	10,22
Cannel coal. . .	64,72	21,56	0,00	13,72

Por estos resultados se ve que las tres primeras especies, contienen poco mas ó menos la misma cantidad de carbono, pero que el hidrógeno, el oxígeno y el ázoe, se hallan en cantidades relativas muy diferentes en cada una de ellas. El cannel coal, es aun mas notable, porque ademas de encontrarse en él una cantidad mucho mayor de hidrógeno, se ve que el oxígeno falta completamente.

Estos resultados son sin duda muy interesantes; pero hoy no se sabe realmente que hacer de ellos, por falta de noticias suficientes; por otra parte es probable que estas cuatro sustancias elementales no se hallen unidas inmediatamente entre sí en las proporciones citadas y que el conjunto resulte de la combinacion de dos ó mas principios inmediatos orgánicos. Se sabe hoy que el alquitran que se saca de las ullas, da una materia particular, la *naftalina* que parece hallarse enteramente formada en él, y que puede considerarse como formada ya en la ulla. Quizá esta materia, seria uno de los principios inmediatos de estos combustibles.

La presencia del ázoe en la ulla es un hecho bastante notable bajo este aspecto. Se cree generalmente, que las ullas asi como los demás combustibles minerales, son debidas á vegetales sepultados en diferentes épocas en el seno de la tierra, y que han sufrido una descomposicion particular; pero tambien se sabe que el ázoe es poco abundante en el reino vegetal, y que se encuentra principalmente en los productos del reino animal; por consiguiente, la suposicion de un orígen vegetal, podria muy bien no ser tan fundada como parece creerse generalmente, y quizá se deberia admitir que los animales han concurrido á esta formacion tanto como los vegetales, á menos que se haya de considerar á las ullas como puramente inorgánicas.

Variedades. *Ulla reniforme*. Se presenta en riñones mas ó menos voluminosos, que se encuentran en medio de materias terrosas del terreno ullífero.

Ulla poliédrica. Se presenta en fragmentos de diversas formas, en apariencia regulares que proceden de la contraccion de las masas.

Ulla esquistosa. (cchiefferkohle). Es divisible en placas ó en hojas, en un sentido de fractura desigual, y concoidea en el otro.

Ulla laminosa. (Blœttorkohle). Es laminosa en un sentido, y de fractura desigual en el otro.

Ulla granular ó grosera. (Groobkohle). Está como

compuesta de fragmentos reunidos, presentando una fractura desigual en todos sentidos.

Ulla compacta. Es de fractura concoidea mas ó menos marcada, unas veces de un lustre vítreo ó resinoso, otras casi mate (Cannel Coal).

Ulla terrosa. (Ulla fuliginosa, Russkohle). Es una materia pulverulenta; de color gris negruzco, que tizna mucho.

Depósitos. Las ullas empiezan á manifestarse en los depósitos arenáceos, designados con el nombre de terreno ullífero. Este terreno que forma colinas mas ó menos elevadas y algunas veces montañas muy altas y que se extiende sobre espacios comunmente muy considerables, está compuesto de detritus de rocas diversas, algunas veces en pedazos rodados bastante grandes, para que se pueda reconocer su naturaleza, lo mas comunmente reducidos á materias arenosas y térreas. En el primer caso, se observan cantos rodados de granito, de gneiss, de micasquisto, de esquisto arcilloso, de caliza compacta, etc.; en el segundo no se distingue mas que la mica por el brillo de sus pajitas, el cuarzo en granos pequeños, que suelen formar la base de los depósitos y algunas veces partículas de materias feldspáticas que se encuentran frecuentemente en estado de coalin. Estas materias se hallan agregadas entre sí por medio de la arcilla ó por un cimento calizo; de aquí resultan varias especies de gres por lo general de color mate, gris ó amarillento, pero que varian mucho en la extension y en el espesor del depósito. Algunas veces estos gres son enteramente blancos, en otros casos toman un tinte verde debido á una multitud de granillos de este color. En la inmediacion de los depósitos de combustibles se vuelven carbonosos, bituminosos y toman tintas negruzcas mas ó menos oscuras. Tienen una gran tendencia á la estructura esquistosa sobre todo en las partes micáceas y la masa de los depósitos se halla por lo general estratificada mas ó menos distintamente.

Estos gres, contienen capas subordinadas de diferentes materias. Unas no son realmente mas que modificaciones de la masa general; tales son las capas de materias arcillosas mas ó menos finas. Otras son materias particulares como capas calizas frecuentemente negras y fétidas, capas ó masas horizontales de carbonato de hierro, mas ó menos arcilloso que unas veces se encuentran diseminadas en el gres mismo y otras acompañan á las capas de ulla. Tambien se encuentran rocas compactas, simples ó porfídicas de color verde oscuro y aun negras que son dioritas, ó doloritas compactas; estas rocas forman unas veces capas que siguen la estratificacion general del depósito y otras forman filones ó diques que atraviesan todas las capas del terreno, que suelen tener hasta ciento cincuenta piés de espesor y que se prolongan á veces á algunas leguas de extension.

Los depósitos de gres ullífero se hallan frecuentemente al descubierto en grandes espacios; pero en varios lugares se hallan cubiertos y ocultos á la vista del observador por depósitos á veces muy considerables de otra especie de materia arenácea que se designa con el nombre de *gres rojo*, porque presenta frecuentemente este color sobre todo cuando se le considera en gran masa. Estos gres son algunas veces muy gruesos, y presentan cantos rodados de toda especie, y aun fragmentos de verdadero gres ullífero, que se hallan empastados por una materia arcillosa mas ó menos fina. En algunos puntos esta pasta está casi enteramente formada de caolin y reune granos de cuarzo; esto se verifica en particular cuando el depósito se apoya inmediatamente sobre el granito, y no tiene el aspecto de verdadero gres ullífero. En otros casos todas las partes componentes se hallan reducidas á partículas finas y entonces el gres es fino, algunas veces muy térreo y suele afectar la estructura esquistosa.

Estas especies de gres contienen, como capas ó masas subordinadas, rocas feldspáticas porfídicas, las mas veces rojas, retinitas, y amigdalitas, cuyas celdillas unas veces estan vacias, otras llenas de diversas sustancias. Los pórfidos se encuentran algunas veces en masas horizontales mas ó menos extendidas, pero frecuentemente coronan las colinas de gres, bajo la forma de meseta. Las amigdaloides afectan las mismas maneras de ser; pero las retinitas, se encuentran solo en masas ó en filones.

Hemos dado á conocer la disposicion de la ulla en medio de los depósitos de gres á que pertenece; la forma de la extension de las capas, sus diversos accidentes, los restos vegetales que se encuentran en ella y seria supérfluo, repetir estos detalles; pero es útil dar algunas nociones acerca de las principales localidades donde se encuentra este precioso combustible.

Donde quiera que se reconocen los terrenos cuyos caracteres acabamos de estudiar, se puede esperar encontrar la ulla, aunque algunas veces sea poco abundante y de mala calidad. Estos terrenos ocupan extensiones considerables en la superficie de la tierra, y muchos lugares aseguran para largo tiempo un manantial de riqueza si se ha de aprovechar.

Las localidades de España en que se encuentra este mineral, son; principalmente, Sama en Asturias, San Juan de las Abadesas en Cataluña, Espiel y Belmez en Andalucía y Sabero en Leon, pues aun cuando otros diferentes puntos de la península le presentan, sin embargo, no pueden competir con los citados. En Francia, las minas mas importantes se hallan en el departamento del Norte cerca de Lille y de Valenciennes. Tambien se encuentra en grandes depósitos en el Mediodia, particularmente en los departamentos de Saona-y-Loira, del Ardeche, del Gard, del Herault, de Lande, hasta el pié de los Pirineos. Asimismo se encuentra en muchos puntos, en Sajonia, Bohemia, Austria, Hungría, fronteras de Croacia, etc. Inglaterra posee grandes riquezas de este mineral, que son explotadas con una actividad prodigiosa. La Italia contiene poca ulla, en Suecia no existe mas que en la provincia de Escania; parece que no existe en Noruega ni en Rusia, pero en Siberia se conocen algunas explotaciones. La China y el Japon, contienen segun parece una gran cantidad. En Nueva Holanda, se ha descubierto cerca de la ciudad de Sidney; existe tambien en América y particularmente en los Estados-Unidos, etc.

Usos. La ulla es susceptible de muchas mas aplicaciones en las artes y en los usos de la vida que el antracito, y todos los demás combustibles minerales; puede suplir á la leña en casi todos los casos, y tiene sobre aquella, la ventaja de dar un peso igual, un calor mucho mas intenso. Las salinas, las fundiciones de toda especie, las fábricas de vidrio, los alfares, los hornos de cal para los cuales se usa la de inferior calidad, las fábricas de jabon, y una multitud de talleres de todo género, hacen diariamente un consumo prodigioso en todas las comarcas donde se extrae, y en todas aquellas á donde puede llegar con ventaja. Las máquinas de vapor, motor tan poderoso y por el cual se ha reemplazado ó sustituido tan ventajosamente á las máquinas hidráulicas, y al trabajo de las bestias, deben en cierto modo á la ulla su existencia ó por lo menos la propagacion de su uso.

La ulla se usa tambien en muchos puntos para calentar las habitaciones, y su uso va creciendo á medida que se llega á desvanecer la preocupacion de atribuir una influencia deletérea al olor bituminoso que desprende, el cual por otra parte es fácil evitar disponiendo los hogares convenientemente. Cuando se tiene cuidado de elegir las ullas que no contienen sulfuro de hierro, el olor bituminoso que se exala durante la combustion es mas bien sano que nocivo; se le atribuyen tambien propiedades saludables á los pechos dé-

biles, como al humo de las resinas y de los bálsamos. Asi mismo se cree que el humo de la ulla, detiene la propagacion de las enfermedades contagiosas y se ha observado que desde que empezó á usarse este combustible en Londres, dejaron de presentarse las fiebres que asolaban aquella ciudad.

La facultad que poseen las ullas de buena calidad de fundirse al arder por efecto del betun que contienen, y de modo que los pedazos se pegan unos á otros, hace que la prefieran los cerrajeros y herradores á cualquier otro combustible. De esta propiedad resulta que se forma delante de los fuelles una pequeña bóveda bajo la cual se calienta el hierro por todas partes y puede ser colocado en ella fácilmente. Bajo esta bóveda se encuentra el calor en cierto modo mojando la superficie del combustible é impidiéndole de esta manera arder. Pero esta cualidad preciosa para las fraguas pequeñas, es muy incómoda porque los pedazos pegándose, interceptan la corriente de aire en los hornos donde se usa para una multitud de operaciones como en los hornos de reverbero, y aun con bastante frecuencia en los hornos de fundicion, y de refinado; tambien se prefieren comunmente las ullas menos bituminosas que suelen hallarse en los mismos lugares que la primera.

Para remediar estos inconvenientes, se carboniza la ulla, lo cual se llama algunas veces y equivocadamente, desazufrarla por medio de una operacion semejante á la de reducir la leña á carbon y que la desembaraza de todo su betun. Entonces se obtiene por resultado una materia puramente carbonosa sólida, celulosa, de un tinte gris, con lustre metálico, que se ha designado en general con el nombre de coark, tomado de los ingleses. Esta carbonizacion de la ulla se hace al aire libre, ó en hornos cerrados. En el primer método, se aprovecha las *mas veces* el calor que se desprende durante la operacion para tostar los minerales que estan mezclados con la ulla. Cuando se emplean los hornos cerrados, se puede recoger una especie de alquitran que se usa con ventaja para la marina, y del cual se puede extraer por medio de una destilacion suave, betun y aceite empireumáticos. En algunos casos, se fabrica el negro de humo, al mismo tiempo que se carboniza la ulla; esto es lo que se practica en los alrededores de Sarrebruck, pero el coak que se recoge, está un poco mas tostado que en las otras maneras de operar.

Finalmente, por medio de la carbonizacion en aparatos cerrados, se obtiene gas hidrógeno carbonado que se utiliza ya hace mucho tiempo para el alumbrado. Desde luego se comprende, que las ullas mas á propósito para este género de preparacion son las que contienen mas hidrógeno; asi el cannel-coal de Inglaterra es entre todas las variedades de ulla examinada la que mas convendria emplear si pudiera adquirirse.

El coke obtenido por los diferentes procedimientos que hemos indicado, arde mas fácilmente que el antracito, al cual se parece mucho; pero necesita para encenderse una corriente de aire muy fuerte. Da un gran calor mucho mayor que el carbon, y se usa en un gran número de operaciones, sobre todo, para aquellas en que puede ser perjudicial el betun que contiene la ulla. Tambien se usa ventajosamente para las habitaciones, ya sea solo, en cuyo caso produce un fuego agradable y un calor muy intenso, ya en union con la leña que sostiene durante la combustion.

Se emplea tambien la ulla en las habitaciones de otra manera. Para esto se usan las partes menudas y aun el polvo de la ulla que se amasa con tierra para formar una especie de ladrillos muy usados en algunas poblaciones, y para los cuales se hace una mezcla de diferentes especies de ulla con objeto de formar un cuerpo que no arda con demasiada lentitud, ó demasiada rapidez.

Estipito. *Ulla seca*; *Ulla cenagosa*. Es una materia negra, opaca, blanca, que se enciende y arde con mas ó menos facilidad con llama humo negro, olor bituminoso, y muchas veces fétido. Se ablanda, se hincha mas ó menos durante la combustion; pero de manera que los pedazos toman poca adherencia entre sí. Cuando ha dejado de arder, da un carbon celuloso poco duro, mate y de superficie rugosa.

Da por la destilacion materias bituminosas, agua, gases, amoniaco, y nn residuo carbonoso que toma imperfectamente la forma del vaso destilatorio.

Su composicion es probablemente bastante análoga á la de la ulla; pero es tambien poco conocida. Seria curioso saber si el alquitran que se obtiene por la destilacion da ó no naftalina.

Los caracteres que acabamos de trazar muy parecidos ya á los de la ulla, estan tomados de las variedades extremas, de manera, que existen variedades intermedias que no se sabe donde colocar, y que no pueden ser distinguidas sino por su posicion en el órden de las formaciones.

Se conoce *estipito poliedrico*, *esquistoso*, *laminoso*, *granular*, *compacto* y *terroso*. Estas variaciones son las mismas que en la ulla; pero en todas hay mejor lustre, y muchas veces las materias son enteramente mates. El color negro tampoco es tan intenso y tiene muchas veces un tinte agrisado particular.

Depósitos. Apenas se encuentran en los depósitos de la ulla sustancias que tengan los caracteres que acabamos de dar á los estipitos; estas materias no empiezan á manifestarse sino en el gres abigarrado; se encuentran mas arriba en las margas irizadas, en los gres del lias, y en la parte inferior de la formacion jurásica. Estas materias forman por lo general capas ó masas tendidas entre bancos de materias sólidas que las envuelven por todas partes y no dan como la ulla la idea de depósitos formados en cuencas preexistentes.

Las materias arenáceas que se hallan inmediatas á las capas de estipitos, contienen tambien muchos restos vegetales. Se encuentran en ellas helechos; pero las especies son diferentes de las que existen en el terreno ullífero. Tambien se encuentran en ellas restos de plantas de la familia de las coníferas de que el terreno ullífero está desprovisto; por fin, en las capas de la parte inferior del Jura, se empiezan á encontrar restos de plantas de la familia de las cicadeas, cuya presencia ha sugerido á Brongniart, el nombre de estipitos derivado de la palabra estipa con que se designa el tallo de las plantas del género Cicas.

Usos. Los estipitos pueden servir para muchos de los usos en que se emplea la ulla; solo para las fraguas son menos á propósito, porque los fragmentos no se aglutinan tan bien entre sí. Sin embargo, estos combustibles son poco apreciados, y en general se prefiere hacer venir la ulla aun cuando sea con grandes gastos, á usarlos por mas que se tengan á la mano; es probable que haya en esto muchas preocupaciones.

Lignitos. *Madera bituminosa*; *Ulla compacta*; *Ulla seca*; *Braunkohle*; *Moorkohle*; *Azabache*. Es una materia negra ó parda, opaca, que se enciende y arde con facilidad, con llama, humo negro, olor bituminoso, muchas veces fétido, y sin aumento de volúmen; cuando ha cesado de arder, da un carbon semejante al ascua que conserva la forma de los fragmentos.

Por la destilacion, da materias bituminosas, agua cargada de ácido acético (ácido piroleñoso), y deja un carbon brillante, compacto, que conserva la forma de los fragmentos empleados.

No se sabe cual sea la naturaleza de la especie de materia que se produce aquí por la descomposicion de las maderas. Solamente es notable, que el alquitran que se obtiene por la destilacion, no da naftali-

na, lo cual distingue á estas materias de la ulla.

Variedades. *Lignito jiloideo*. Presenta la forma exterior de ramas de leña, ó el tejido de las plantas dicotiledones.

Lignito poliédrico. Es una materia compacta, dividida en fragmentos poliédricos.

Lignito bacilar. Se presenta en barrillas poliedricas producidas por contraccion, y muchas veces desbituminizando en parte: se encuentra en contacto con el basalto que ha atravesado las capas combustibles.

Lignito compacto. Es una materia homogénea que no presenta apariencia alguna de tejido orgánico.

Lignito esquistoideo. Es la misma materia compacta, dividida en placas mas ó menos gruesas.

Lignito laminoso ó granular. Es muy parecido á la ulla laminosa ó granular.

Depósitos. Los lignitos empiezan á manifestarse en las capas terrosas y arenosas que preceden á la creta; pero sobre todo, en los terrenos terciarios es donde son abundantes y forman depósitos considerables. Se encuentran primero debajo de las calizas groseras parisienses ó en las partes inferiores de estos depósitos, y existen igualmente depósitos superiores al yeso parisien.

Los grandes depósitos de lignitos se encuentran en general como los de ullas en cuencas particulares en las gargantas y en los valles que dejan entre sí; las montañas mas antiguas. Se componen de muchas capas separadas unas de otras por materias petrosas que estan tambien muy mezcladas con carbon y betun ya en masas térreas, ya esquistosas. Estas capas suelen estar unduladas, pero nunca dobladas en zigzag como las de ullas.

Las materias que acompañan á los depósitos de lignitos se hallan frecuentemente llenas de restos de conchas que se han vuelto blancas y se dibujan agradablemente en el fondo coloreado que las envuelve. En ellas se distinguen claramente limneas y planorbos que son conchas fluviátiles mezcladas con conchas turniculadas y conchas bibalbas, cuya habitacion es mas dudosa. Tambien se encuentran en ellas restos de vegetales, y es de notar, que pertenecen á plantas dicotiledones; estos restos son ramas, troncos de árboles, hojas de diferentes clases que siempre tienen analogía con las hojas de los chopos, abedules, olmos, castaños etc.

Usos. El uso de los lignitos se ha extendido mucho menos que el de la ulla; pero no obstante, forma un combustible muy precioso que puede servir y sirve en efecto en una multitud de circunstancias. Las variedades que no despiden mal olor por la combustion son de un uso muy agradable para las habitaciones, y aun puede decirse que tienen una ventaja marcada sobre la ulla, por su llama clara, por su reduccion á ascua semejante á la de la leña, y que como ella continúa ardiendo lentamente despues de extinguida la llama y el humo. Tienen tambien sobre la ulla la ventaja de no despedir un humo tan denso, y sobre todo de no llenar las habitaciones de un polvo muy fino que se deposita en todas partes, aun en los muebles mejor cerrados.

Todos los lignitos se pueden usar en los hogares donde hay que calentar ó evaporar líquidos, en la coccion de la cal, del vidriado comun etc. Segun parece, dan un calor mas fuerte que el de la leña, pero no tanto sin embargo como el de la ulla, lo cual dicen impide usarlos en las fundiciones. Sin embargo, esta última asercion no está probada, porque supuesto que se usa frecuentemente la leña en tales casos, es evidente que se podria usar un combustible mas activo, sino hubiera otra razon que se opusiera. Lo cierto es, que se han hecho con este objeto varios ensayos los cuales por lo general han tenido mal éxito sin que se haya podido dar una explicacion bien positiva; per no parece demostrado que sea inútil hacer nuevas tentativas, sobre todo con los excelentes lignitos del Mediodia de Francia con los de Hungría y las variedades que se han confundido con la ulla, bajo el nombre de ulla seca ó ulla de los terrenos calizos.

Tambien se ha ensayado carbonizar el lignito; pero se ha obtenido un mal combustible. Los lignitos de los terrenos calizos han producido una especie de cok muy ligero; los otros una especie de ascua análoga á la de nuestros hornos. Quizá sin embargo depende todo de la manera de operar; porque sometiendo el lignito á la destilacion que da una materia carbonosa muy análoga al antracito que produce un calor muy considerable por la combustion sin presentar grandes dificultades para encenderse, y sin exigir grandes corrientes de aire.

Las variedades de lignitos compactas, densas y brillantes, se usan con el nombre de azabache para hacer varias clases de odornos de luto como botones, cruces, pendientes, collares, rosarios, etc.

Los lignitos piritosos se usan en diferentes localidades para preparar el alumbre ó el sulfato de hierro, se dejan eflorecer estas sustancias al aire ó se calcinan lentamente, y en seguida se lavan para separar las materias terrosas que se han formado; se evaporan los líquidos para sacar las sales cuidando de añadir materias potásicas ó amoniacales para formar la sal doble que constituye el alumbre. Las cenizas que proceden de esta fabricacion y que se llaman *cenizas rojas*, son muy estimadas para la agricultura y han producido resultados muy ventajosos en algunas tierras estériles; tambien se usa ventajosamente el lignito mismo que es conocido entonces con el nombre de *cenizas negras*.

Maderas alteradas. *Maderas bituminosas*; *Lignito fibroso*. Estas sustancias constituyen una materia parduzca, de tejido leñoso que se enciende con facilidad aun á la llama de una bujía; arde con llama como la leña ordinaria, y da un humo picante que fatiga los ojos; algunas veces desprende un olor bituminoso; otras veces fétido, y tambien balsámico. Deja un residuo carbonoso semejante á las ascuas y que continúa ardiendo solo, y se cubre de cenizas blancas como las ascuas de leña.

Su peso específico es casi siempre inferior al del agua.

Las variedades de maderas alteradas son las mismas que se podrian establecer en las maderas naturales; hay varias clases de tejidos, pero que son en general los de las plantas dicotiledones; hay variedades carcomidas, otras que parecen estar medio podridas, otras que estan compuestas de una multitud de granillos etc.; hay partes que se dividen como el líber de ciertos árboles, y que producen grandes cintas delgadas que pueden subdividirse hasta lo infinito.

Depósitos. Las maderas alteradas se manifiestan al principio en algunos depósitos de verdaderos lignitos á los cuales pasan por todas las gradaciones; pero en general, donde deben buscarse, es en las partes mas superficiales de los terrenos terciarios, ó mas bien en los aluviones encubiertos en último término en nuestros continentes.

Usos. Las maderas alteradas pueden servir mas ó menos para los mismos usos que las maderas alteradas; hay algunas tambien conservadas, que se las ha empleado hasta para la combustion; otras han sido torneadas y se han hecho de ellas escudillas, basijas diferentes etc. Todas pueden usarse como combustibles, aunque segun se asegura, dan por lo general menos calor que la leña. Tambien se usan para la coccion de la cal y para calentar y evaporar líquidos. La mayor parte no pueden sin embargo usarse para dar calor á las habitaciones aun en las casas mas pobres por el olor en efecto que desprenden al arder; las manufacturas tienen algunas veces que situarse por este

motivo á grandes distancias de las habitaciones.

Tierra de Colonia. *Tierra de sombra*; *tierra de Cassel*. Es una materia terrosa parda que se enciende con facilidad y arde sin llama como la madera podrida y sin humo; produce cenizas blancas ó rojas.

Esta materia que tiene todos los caracteres orgánicos, y que parece proceder de vegetales enteramente descompuestos, se encuentra en las cercanías de Colonia. Parece que forma depósitos considerables que tienen hasta 40 piés de espesor, y algunas leguas de extension. En ellas se reconoce una gran cantidad de leños, entre los cuales se distinguen unos que tienen el tejido de las monocotiledones; otros el de las cotiledones y frutos de diferentes clases; pero todos estos restos se hallan enteramente descompuestos, y se reducen á polvo cuando se exponen al aire.

No se puede designar la posicion geológica de estos depósitos: solamente se sabe, que todo el terreno de los alrededores de Colonia, pertenece á la creta tobacea, y que la materia combustible está cubierta de cantos rodados.

La tierra de Colonia es explotada con actividad, y principalmente como combustible, de la cual se hace un grande consumo en el país. Se amasa despues de humedecido en unos vasos de forma de cono truncado para poderla transformar mas fácilmente. Tambien se usa en pintura, tanto al óleo como al temple despues de pulverizada con mas ó menos cuidado segun la delicadeza de las obras. Se asegura que en Holanda se mezcla con el tabaco para darle finura y suavidad.

Las cenizas de esta materia son tambien estimadas en agricultura, y se transportan hasta Holanda para este uso; se quema en las mismas explotaciones.

Turba. La turba es una materia parda mas ó menos oscura; algunas veces bastante homogénea y comunmente llena de restos visibles de yerbas secas. Arde fácilmente con llama ó sin ella: da un humo análogo al de las yerbas secas ó del tabaco, y forma un ascua muy ligera. Por la destilacion da ácido piroleñoso, una materia oleosa y gases.

Segun un análisis de Bergsma, la turba compacta negra contiene:

Materia leñosa.	49,20
Ulmina.	12
Sustancia resinosa.	3,80
Sustancia análoga á la cera.	1,30
Agua.	12,50
Materia terrosa.	9,42

Turba compacta. (Turba cenagosa, turba piciforme). Es parda, sólida, homogénea, la fractura terrosa. Algunas veces de fractura reluciente y resinosa.

Turba grosera. (Turba fibrosa), Se compone de fragmentos de plantas visibles. Se puede establecer en ella un gran número de divisiones segun la especie de vegetales que la componen; como la *turba ordinaria* que contiene fragmentos distintos de diferentes plantas de los pantanos de agua dulce; la *turba de Warech*, la *turba de hoja*, etc.

Ya hemos dado anteriormente los detalles relativos á los depósitos de la turba, y las diferentes particularidades que presenta. Esta sustancia es sumamente abundante en la superficie de la tierra, en todos los sitios bajos y pantanosos. Existe en toda la Europa, siendo la Holanda uno de los paises en que mas abunda, y fuera de Europa en casi todas las partes del mundo.

La turba es tambien un combustible precioso en todos los lugares en que se encuentra, particularmente en aquellos en que falta la leña enteramente, como por ejemplo la Holanda, que privada de esta importante produccion, seria enteramente inhabitable. Se puede usar para todos los objetos para que puede servir la leña; para calentar el interior de las habitaciones donde produce un fuego bastante agradable; en los talleres para todas las operaciones en que hay que calentar ó evaporar, para la coccion de la cal, los ladrillos, las tejas, etc. Muchas veces se ha tratado de emplear en bruto en las fundiciones, pero los ensayos han tenido por lo general mal éxito.

Se carboniza tambien la turba en hornos construidos expresamente, y que permiten recoger diferentes productos, cuyo uso se ha encomiado en la tintorería; da un carbon ligero, que puede usarse en la cocina y en una multitud de operaciones en que podia emplearse el carbon de leña; se ha usado tambien ventajosamente para la fundicion y refinamiento de los metales, y se asegura que bien preparado, el carbon que se obtiene de ella puede dar tanto calor como el mejor carbon de leña.

El antracito, la ulla, la mayor parte de los lignitos, se esplotan algunas veces á cielo abierto, por medio de zanjas mas ó menos considerables, y mas comunmente por pozos y galerías, por medio de los cuales se va á veces á buscar dichas sustancias á grandes profundidades; pero la explotacion de la turba es mucho mas fácil y no exige mas que un poco de razonamiento para ser hecha con todas las ventajas que permita las diferentes localidades, con los menos gastos posibles, y conservando la mayor extension en los terrenos en que se encuentra. Cuando la superficie está seca y cubierta de vegetacion, se quita primero con la azada el cieno ó la tierra vegetal; cuando está cubierta de agua se seca tanto como es posible por canales de desague dispuestos convenientemente y que aun pueden servir despues para el transporte de la turba en barcos.

La primera turba que es como hemos dicho grosera y de mala calidad, se quita tambien con la azada y se hacen con ella grandes paralelepípedos que se ponen á secar aparte. Cuando se llega á la turba compacta se usa una azada particular que presenta á un lado una ala cortante colocada en ángulo recto, de manera que se puede cortar la turba por dos lados á la vez. Por este medio se levantan paralelepípedos que tienen la altura y anchura del hierro de la azada, es decir diez ó doce pulgadas de longitud y cinco ó seis de anchura y de espesor. Tambien se usan una especie de cajas cortantes en la parte inferior y provistas interiormente de hojas tambien cortantes que le dividen en particiones. Se deja caer esta caja desde cierta altura como una maza sobre la masa de la turba y á cada golpe separa un gran paralelepípedo dividido en otros mas pequeños; la ventaja de este instrumento es que puede servir aun á grandes profundidades.

Despues de haber sacado la turba de su depósito se la debe secar lo mas completamente que sea posible, lo cual se hace colocando los paralelepídedos extraidos unos sobre otros, de modo que el aire pueda circular fácilmente entre ellos. Estos paralelepípedos experimentan entonces una contraccion mas ó menos considerable; cuanto mayor es esta contraccion mejor es la turba. La materia que forma enteramente papilla, se extiende sobre la tierra inmediata hasta que haya adquirido una consistencia suficiente; despues se divide en paralelepípedos ó se comprime fuertemente en moldes, lo cual la da una calidad superior reuniendo bajo el mismo volúmen mas partes combustibles. Las turbas asi comprimidas son comunmente muy compactas y aun presentan algunas veces fractura concoidea con lustre resinoso. En Holanda se amasa y se comprime con toda la turba en que los vegetales se hallan suficientemente descompuestos; se reducen á papilla las partes que tienen naturalmente solidez para amasarlas despues. Estas turbas comprimidas forman excelentes combustibles que producen un calor muy grande y pueden usarse hasta cierto punto en las fundiciones; el carbon que se obtiene de ellas por la carbonizacion es tambien muy compacto y no cede en nada al mejor carbon de leña.

Como la turba retiene el agua con gran fuerza, se ha hecho uso de ella para hacer diques impermeables, para esto, es preciso construir dos muros separados uno de otro, y llenar el espacio de turbas bien apisonadas.

MANTILLO. El mantillo es una materia parda ó negra, terrosa, que arde con facilidad cuando está séca, desprendiendo un olor vegetal ó animal; da por la destilacion agua, gases y una materia oleosa.

Su composicion es poco conocida; solo se tiene noticia de las investigaciones de Saussure sobre el mantillo vegetal, que ni siquiera indican cuales son los principios de que está formado; muchas investigaciones seria necesario hacer sobre todos los mantillos en general.

Si la turba nos presenta el resultado de la descomposicion de los vegetales bajo las aguas, el mantillo nos presenta el de su descomposicion en la superficie de la tierra, en los sitios húmedos, donde el aire se renueva poco, ó bien el resultado de la descomposicion de las materias animales.

El mantillo no se presenta nunca mas que en cantidades muy pequeñas en la superficie de la tierra, porque expuesto continuamente á las influencías atmosféricas, sus elementos actúan unos sobre otros y se disipan en forma de materias gaseosas; sin embargo, se encuentran esparcidos depósitos pequeños en los sitios que no estan continuamente removidos por la mano del hombre, y sobre todo en las cavidades de las rocas. El mantillo animal existe en bastante cantidad en las cavernas en que hay osamentas donde procede de la putrefaccion de los animales y tambien de la acumulacion de sus excrementos.

II GÉNERO.—CARBURO.

ESTE género comprende sustancias gaseosas, líquidas ó sólidas, pero que se ablandan y funden al fuego, se inflaman fácilmente, y arden con llama mas ó menos viva, muchas veces con humo, dejando poco ó nada de residuo carbonoso.

PRIMERA ESPECIE.—GRISU.

(Proto-carburo de hidrógeno, Hidrógeno semi-carbonado, Hidrogenado carbonado).

Es una sustancia gaseosa, incolora, que se inflama al contacto de un cuerpo en combustion, y detona fuertemente cuando está mezclada con aire atmosférico; da agua y ácido carbónico por la combustion; su peso específico es 0,559 tomando por unidad el oxígeno.

Se compone de carbono é hidrógeno reunidos, segun la fórmula $H\ C$, ó en peso

Carbono.	75,38
Hidrógeno.	24,62

pero segun parece esta materia nunca se halla pura en la naturaleza; está mas ó menos mezclada con otras combinaciones de los mismos principios.

Hemos indicado en otro lugar la existencia de este gas y los fenómenos que presenta en la superficie de la tierra. Solo nos resta hablar aquí de sus usos y de sus inconvenientes.

En los lugares en que el proto carburo de hidrógeno se desprende del seno de la tierra por grietas, se le utiliza inflamándole para la coccion de la cal, del ladrillo y del vidriado, ó para evaporar líquidos. Los habitantes de dichos lugares, utilizan á veces los fuegos naturales para cocer sus alimentos. Este mismo gas es el que se usa hoy para el alumbrado, preparándole ya sea con ulla, ya con aceites, ya con semillas oleaginosas, etc.

Si el hidrógeno carbonado presenta algunas ventajas al hombre bajo ciertos aspectos, es muy peligroso en otros sentidos; hemos hecho notar que este gas se desprendia en abundancia de la ulla, y tanto mas, cuanto mejor es la calidad de este combustible, y que llenaba las galerías de las minas; pues bien; mezclándose con el aire de estas galerías, se hace susceptible de detonacion al acercársele un cuerpo inflamado y puede producir los accidentes mas graves. La dilatacion súbita del aire, en el momento de la explosion, provoca una corriente de una velocidad prodigiosa que lanza á los obreros con violencia contra las paredes y el suelo de las galerías, donde pueden ser gravemente heridos y aun muertos.

Por mucho tiempo no se han conocido otros medios para preservarse de los efectos de estas explosiones, sino provocarlas eligiendo el momento en que los obreros se hallan fuera de la mina ó á lo menos en un sitio seguro. Pero esta precaucion no impedia otro género de accidentes producidos por la detonacion, como la rotura de las maderas que sostienen las obras y el derrumbamiento de las galerías, que son tan funestos como la explosion misma. Hoy se previenen estos accidentes; en primer lugar, estableciendo un buen sistema de ventilacion, y despues usando la lámpara de seguridad inventada por Davy. Esta lámpara es de aceite, y su llama está encerrada por todas partes en una tela metálica. Davy, ha llegado por una serie de experimentos ingeniosos á probar que una mezcla detonante encerrada en una tela de esta clase podia muy bien detonar en ella, pero que la llama no podia comunicarse al exterior, y por consiguiente este aparato puede ser llevado á las obras donde se desprende el gas, sin temor de ninguna explosion.

II ESPECIE.—NAFTA.

Es una sustancia líquida á la temperatura ordinaria, blanca cuando está pura y entonces poco olorosa; pero ordinariamente amarilla y de un olor fuerte de alquitran. Es en extremo inflamable y arde por el intermedio de su vapor, en presencia de un cuerpo en ignicion presentado á cierta distancia. Es soluble en todas proporciones en el alcohol; disuelve las resinas, el betun, etc. Su peso específico es 0,758 cuando es puro.

Saussure, despues de haber preparado la nafta en el mas grande estado de pureza posible, la ha encontrado compuesta de

Carbono.	87,60
Hidrógeno.	12,40

Es por consiguiente un carburo de hidrógeno de la fórmula $H^2\ C$, lo mismo que la combinacion gaseosa que se ha designado en química con el nombre de hidrógeno percarbonado; el estado líquido de la nafta parece pues depender de una disposicion molecular diferente.

No se encuentra la nafta pura en la naturaleza; este líquido tal como sale del seno de la tierra, contiene una materia bituminosa no volátil, á la que parece deber su olor. La que contiene menos es de color amarillo, pero su tinte se vuelve cada vez mas oscuro, y acaba por ser enteramente pardo; el líquido que entonces se pone mas ó menos viscoso, toma el nombre de *petróleo*; da nafta por la destilacion suave, y deja por residuo una materia viscosa que toma consistencia si se halla expuesta al aire.

DEPÓSITOS. La nafta y el petróleo, acompañan al gas hidrógeno carbonado en los diferentes lugares donde se desprende del interior de la tierra y manifiestan su presencia en el estado de vapores por el olor que les es propio; estos vapores se inflaman como el gas hidrógeno.

Se asegura que estas materias son muy comunes á orillas del mar Caspio, y principalmente cerca de Bakú, y que basta abrir un agujero en el suelo arenoso de estas comarcas, para que se desprendan vapores de nafta en abundancia. Cuando se abren pozos de ocho ó diez piés de profundidad, la nafta se acumula en ellos y se puede extraer en gran cantidad. Tambien existe abundantemente cerca de la aldea de Amiano en el ducado de Parma, de donde se extrae gran cantidad y en toda la pendiente de los Apeninos en el Modenés; se citan igualmente en Sicilia depósitos abundantes. En Francia se conoce uno, en la aldea de Gabian en el departamento de Herault, y todas las demás localidades que se pueden citar no ofrecen mas que alquitran mineral, en el cual existe frecuentemente una corta cantidad de nafta que se puede extraer por la destilacion.

Usos. Los vapores de nafta que salen por las hendiduras de la superficie de la tierra, se utilizan como el gas hidrógeno carbonado. La nafta líquida de amiano, se usa para el alumbrado de la ciudad de Parma. En Persia, el pueblo no usa mas que petróleo para alumbrarse desde Mossul hasta Bagdad; se emplea en la composicion de barnices en los lugares en que abunda. En medicina se usa tambien por una parte, como vermífugo, y el petróleo de Gabian, bajo el nombre de aceite de Gabian ha tenido una gran reputacion bajo este aspecto; por otra parte se le considera en Persia, como un antídoto muy poderoso para los dolores reumáticos. Finalmente, en los laboratorios, es muy útil para conservar el potasio libre del contacto del aire, y en general de los cuerpos oxigenados.

Apendice. Reuniremos aquí á continuacion del género carburo, diferentes clases de materias, de las cuales unas parece que deben ser simplemente compuestos de carbono é hidrógeno, y las otras, compuestos en que entran á la vez estos dos cuerpos y el oxígeno. Estos últimos son mas ó menos análogos á las resinas, y no se les conoce mejor que á aquellas; son materias crasas, diferentes clases de betun y resinas designadas con varios nombres.

Hatchetina. *Adipocira mineral*. Es una sustancia blanquecina ó amarillenta, de lustre grasiento ó nacarado, trasluciente ú opaca, muy fusible que da por la destilacion un olor bituminoso, y una sustancia butiracea, amarilla verdosa, dejando carbon en la retorta; esta materia ha sido observada en un mineral de hierro arcilloso al Sur del pais de Galles.

Elaterita. *Cautchú mineral*, *betun elástico*. Es una sustancia parduzca que algunas veces tira á verdosa, comprensible entre los dedos, extensible y elástica, sobre todo cuando se calienta en agua hirviendo; es fusible á una temperatura baja y reducible á una materia viscosa que conserva su viscosidad; da por la combustion un olor particular que participa del de la cera ó sebo y del betun; su peso específico es de 0,9 á 1,2.

Su composicion segun el análisis hecho de la elaterita de Francia é Inglaterra es la siguiente:

Elaterita de Francia.

Carbono.	58,26
Hidrógeno.	4,89
Oxígeno.	36,746
Azoe.	0,104

Elaterita de Inglaterra.

Carbono.	52,250
Hidrógeno.	7,496
Oxígeno.	40,100
Azoe.	0,154

Pero no tenemos los datos suficientes para sacar partido de estos elementos; el primer análisis conduciria quizá á la fórmula $Ox\ C^2\ H^2$; y la segunda á esta otra $Ox^2\ C^3\ H^6$ no haciendo caso del ázoe. Las dos materias serian entonces diferentes, pero se necesitan nuevas investigaciones para formar una opinion en este asunto; es por otra parte probable, que este cuerpo como otros muchos en que entran mas de dos principios, sea el resultado de la combinacion de los cuerpos binarios y aun mas, y que seria necesario averiguar. Por la destilacion se obtiene un líquido amarillento, ligero muy combustible; por el alcohol se separa una materia pegajosa y amarga y queda una sustancia seca, agrisada ó negruzca.

La elaterita se ha encontrado en Inglaterra en la mina de plomo de Odin al Norte de Castleton, en el Derbyshire, en las materias calcáreas que envuelven el depósito metalífero. Oliverio Angers, le ha encontrado en Francia en las minas de ulla, de Montrelais, en venas de cuarzo y de carbonato de cal.

La elaterita de Inglaterra, suele ir acompañada de una sustancia resinoidea y desmoronadiza que se ablanda por el calor; unas veces parduzca, otras verdosa, y que se ha considerado como una modificacion de la misma sustancia; pero es de presumir que esta materia tan diferente de la otra, sea de una naturaleza particular, y seria interesante examinarla bajo el punto de vista de su composicion.

Dusodila. *Ulla papiracea*, *tierra bituminosa foliacea*, *stercus diaboli*. Se ha dado este nombre á una materia encontrada en Sicilia que se presenta en masas foliáceas de hojas delgadas, papiráceas, blandas y flexibles, de color gris ó verdoso, combustible que arde fácilmente, y esparce un olor infecto, el cual le ha valido el nombre de *stercus diaboli ó merda di diavolo*, que se le da vulgarmente en Sicilia, y deja un resíduo térreo muy considerable.

Esta materia mereceria ser examinada; no puede referirse á ninguno de los combustibles que se indican ordinariamente en los tratados de mineralogia, el olor particular que produce por la combustion y que solo se asemeja al que se observa en algunos lignitos, parece indicar un compuesto diferente de todos los demás.

Depósitos. Esta sustancia se encuentra cerca de Siracusa en Sicilia en capas delgadas, entre bancos calizos que parecen pertenecer á las formaciones terciarias; algunas veces contiene entre sus hojas impresiones de peces, y tambien de plantas, que parecen pertenecer á la division de los dicotiledones.

Malta. *Betun glutinoso*, *pez mineral*, *alquitran mineral*, *petróleo tenaz*, *pisalfalto*. Esta sustancia es blanda, glutinosa, de olor de alquitran, que se endurece en los tiempos frios, y se ablanda ordinariamente en el verano; se endurece sin embargo algunas veces de manera que puede resistir á la temperatura ordinaria, pero se funde siempre en el agua hirviendo. Es soluble en el alcohol, algunas veces con un resino bituminoso, en la nafta, en el aceite de trementina, etc.

Su composicion es desconocida. Esta sustancia parece ser la misma que la que está disuelta en la nafta, y que constituye el pretóleo; al menos la materia que queda en la destilacion de estos líquidos, tiene exactamente los mismos caracteres físicos que acabamos de indicar.

Depósitos. La malta se encuentra algunas veces casi pura; sale por las hendiduras de las rocas, y cubre su superficie, asi como el suelo inmediato, ya de películas ondulosas, ya de mamelones ó de estalactitas; pero en general impregna las materias terrosas ó arenáceas cuyos fragmentos y granos reune, y constituye lo que se llama *grés bituminoso*, *arcilla bituminosa*.

Seria posible que esta especie de betun empezara á manifestarse en los terrenos secundarios, y aun en

el grés ullífero; pero en las localidades mas conocidas pertenece á los terrenos terciarios. Forma depósitos bastante considerables en la molassa, de la cual ciertas capas estan muy impregnadas; como en el Bajo-Rhin, en Baviera, Transilvania, Galicia, etc. Impregna tambien las tobas basálticas de la misma época; en Pont-du-Chateau en Auvernia. Sale algunas veces de la tierra, con una gran cantidad de agua, en cuya superficie se acumula y citan un gran número de lugares en que existe de este modo, en Grecia, en el Japon, en el reino de Ava, etc.; en este caso, la malta se halla mucho mas mezclada de nafta que en todos los demás. Existe igualmente en todas las localidades en que hemos citado la nafta.

La malta se explota en un gran número de localidades. La que fluye de las rocas no necesita mas que ser cogida inmediatamente; la que impregna las arenas y las arcillas, no presenta grandes dificultades de trabajo. Se extraen estas materias, se echan en grandes calderas de agua hirviendo, en cuya superficie se reune el betun, y en otros casos se amontona á estas tierras bituminosas, se pone fuego en el centro, y la malta liquidándose, cae por todas partes en hoyos donde se recoge.

Usos. Esta clase de betun tiene un gran número de usos: por una parte para barnizar las cuerdas y maderas que han de servir bajo el agua, como el alquitran vegetal artificial. En algunos puntos de Europa, se usa para engrasar las ruedas de los carruajes; se mezcla con arenas y con cal en polvo, para hacer una especie de losas y formar el pavimento de algunos edificios, calles y plazas; se impregnan con ella, lienzos para hacer cobertizos ligeros; y por último, entra en la composicion de los barnices con que se cubre el hierro, y en pinturas groseras qne son muy permanentes.

Asfalto. *Betun de Judea, pez mineral escoriácea, karabe de Sodoma.* El asfalto es una sustancia negra, sólida, de fractura vítrea, concoidea, sin olor, infusible á la temperatura del agua hirviendo, fusible á una temperatura mas elevada, é insoluble en alcohol; su peso específico es de 1 á 1,6.

Su composicion es desconocida; pero probablemente está formado de carbono, hidrógeno y oxígeno segun los fenómenos que la materia presenta por la destilacion.

Depósitos. Esta sustancia es conocida desde tiempo inmemorial en las orillas del lago de Judea, ó lago asfáltico. Se mantiene continuamente en la superficie de las aguas de este lago, y es conducida por el viento á las ensenadas y golfos donde se recoge. Se cita en la superficie de los mares, muchos lugares donde se encuentra el betun de la misma manera.

Tambien se encuentran materias sólidas, análogas en varias localidades y ordinariamente en globulillos negros, parduzcos, rojizos, que acompañan diferentes sustancias cristalizadas, como la basilina, la caliza, el cuarzo, etc., ó con materias metálicas como la galena y el cobre piritoso. Pero muchas de estas materias presentan caracteres exteriores particulares que podrian muy bien no ser exactamente de la misma naturaleza que el asfalto de Judea.

Usos. Los antiguos han usado el asfalto de Judea para embalsamar los cuerpos y hacer los que hoy llamamos *mómias*: todas las partes del cadáver se penetraban de él, y se llenaban todas las cavidades. Parece que se han servido tambien del betun, pero sin que pueda decirse de cual especie para las construcciones; se asegura que las murallas de Babilonia eran de ladrillos unidos con betun fundido.

En la actualidad, el principal uso del asfalto, es para la confeccion del color, que se llama *mómia*; porque la materia que se usa ha sido algunas veces extraida de los cadáveres embalsamados sacados de Egipto, y se ha creido ser de mejor calidad. Tambien se emplea en la composicion de los barnices negros, y á veces en el lacre del mismo color.

Retinasfalto. *Retinita.* Es una materia sólida de color pardo-claro, y de lustre resinoso ó térreo; fusible á una temperatura baja, combustible, dando al principio un olor agradable, despues olor de betun, y dejando un residuo carbonoso; es soluble en parte en el alcohol, y deja en él un residuo insoluble bituminoso.

Su composicion segun la análisis que de él se ha hecho es la siguiente:

Resina soluble en el alcohol. . . .	55
Materia bituminosa insoluble. . . .	41
Materias terrosas.	3
Pérdida.	1

Esta sustancia se ha encontrado en riñones aislados en los terrenos de lignito de Bowey-Tracey en Devonshire. Se ha referido á ella una materia análoga que se encuentra en pequeños lechos muy delgados en la formacion de ulla de la parte Sur de Staffordshire. Existen materias análogas que no son quizá enteramente semejantes en diversas localidades.

Troost da á conocer una que se encuentra en el Cabo Sable, á orillas del Magoshy en Maryland, en la que ha encontrado

Resina soluble en el alcohol. . . .	42,5
Materia bituminosa insoluble. . .	55,5
Oxido de hierro y alúmina. . . .	1,5
Pérdida.	5,5

Se encuentra en pequeños riñones compuestos de capas concéntricas, amarillas y grises, de fractura concoidea.

Existe otra materia en Langebogen, cerca de Halle, á orillas del Saale, que ha dado á Bucholz:

Resina soluble en el alcohol. . . .	91
Materia insoluble semejante al ámbar.	9

Ciertos riñones de materias resinosas que se encuentran en los lignitos de Saint-Paulet en el departamento del Gard en Francia, que son opacos, de un color amarillo rojizo, formados de capas concéntricas y que se han considerado por mucho tiempo como análogos al retinasfalto, han dado:

Resina soluble en el alcohol. . . .	22,55
Materia parda, amarillenta insoluble y sustancia terrosa.	77,45

Se vé que estas diversas materias son muy diferentes las unas de las otras por la proporcion de la parte soluble, y por el carácter de los residuos. Es muy difícil asegurar si pertenecen ó no á una misma especie de productos, y en este punto hay muchas investigaciones que hacer.

Se deben citar aquí provisionalmente un gran número de sustancias que se encuentran en Mortendof, cerca de las salinas de Rosen en las cercanías de Naumburg en Turingia; en Widshut, cerca de Salzachstrome en Autriche; en Uttigshof en Moravia; en Walkow y Litetzko en el Banato, etc.

Todas estas materias se encuentran en los terrenos terciarios en la inmediacion de los depósitos de lignitos, y algunas veces en medio de estos mismos combustibles. Se citan, sin embargo, en minerales de hierro arcilloso, en las montañas de Baviera.

Resina de highgate. *Copal fósil.* Es una sustancia resinosa amarilla ó parduzca, muy frágil, fácilmente fusible, dando una materia clara y un olor aromático; no da ó da muy poco ácido sucínico por la destilacion.

Depósitos. Ha sido encontrado en gran cantidad en

las arcillas azules de la colina de Highgate, cerca de Londres. Tambien se han referido á ella materias resinosas halladas en otras muchas localidades y casi todos los sucinos que no dan ácido sucínico por la destilacion. Hay probablemente varias clases de materias muy diferentes, clasificadas bajo este nombre. Parece que se refieren todas á terrenos modernos y que como los sucinos se encuentran en los depósitos de lignitos ó por lo menos en los mismos terrenos.

Sucino. *Karabe*, *ámbar amarillo*, *Bernstein*. Es una sustancia resinosa, amarillenta, rojiza ó parduzca, unas veces transparente y otras opaca; se funde fácilmente y da un olor aromático; arde con llama y humo y deja muy poco residuo carbonoso; es insoluble en el alcohol, y da ácido sucínico por la destilacion; su peso específico es 1,08. Bajo el nombre de sucino se han reunido una porcion de sustancias que tienen todos los caracteres exteriores de las resinosas, pero que probablemente pertenecen á especies muy diferentes. Unas dan por la destilacion un ácido que se supone enteramente formado en ellas; otras no dan ni señales de dicho ácido, y hay algunas que dan amoniaco. Ciertas variedades son insolubles en el alcohol, y otras se disuelven en parte, dejando un residuo resinoso que no tiene como en el retinasfalto, los caracteres exteriores del asfalto. Hay algunas que desprenden á la vez un olor aromático y otras que le dan nauseabundo ó fétido. Esta diversidad de caracteres parece indicar sustancias muy diferentes unas de otras.

Parece que los sucinos se hallan en general compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno; una variedad analizada ha producido lo siguiente:

Carbono.	80,59
Hidrógeno.	7,31
Oxígeno.	6,73
Cal.	1,54
Alúmina.	1,10
Sílice.	0,63

El sucino no presenta casi variedades, á no ser en las tintas de sus colores, y en los diferentes grados de transparencia; porque por lo demás se presenta siempre en riñones ó en nidos pequeños. Los colores varian desde el amarillo de topacio al amarillo verdoso, al amarillo anaranjado, al amarillo parduzco, en las variedades transparentes. En las opacas varian dichos colores desde el amarillo de huevo hasta el blanco amarillento, y algunas veces las diferentes tintas se hallan asociadas por zonas ó mezcladas irregularmente. Con frecuencia tiene esta sustancia cierto grado de tenacidad; pero algunas veces es muy desmoronadiza, y en ciertos casos térrea. Hay variedades de sucinos que contienen gran cantidad de insectos de diferentes especies, y restos de vegetales. Los insectos son himenópteros, dípteros y aracnoideos; se encuentran tambien algunos coleópteros, pero rara vez lepidópteros. Estos insectos no son de la misma especie que los que viven actualmente en los lugares en que se encuentran los sucinos, y se ha creido reconocer que tenian mas analogía con los de los climas cálidos que con los de los climas templados. Algunas veces parece que se han introducido artificialmente cuerpos organizados en el sucino; por lo menos existen pedazos de esta materia que han sido divididos y vueltos á pegar en el sitio en que se ve el animal que les da todo su valor. Asi existen dos pedazos de sucino en el gabinete del colegio de Francia; en uno de ellos se observa un insecto el *grillo-talpa vulgaris*, y en el otro un lagarto pequeño.

Depósitos. Los sucinos pertenecen á la misma formacion que los lignitos; existen en los depósitos de este combustible que se encuentran en las arenas que preceden á la creta, y segun parece en todos los terrenos terciarios donde abunda el lignito. Unas veces se encuentran en riñones en la materia arenácea que contiene el combustible y otras en el lignito mismo. El número de localidades en que se conoce este cuerpo es considerable; en España existe en la provincia de Oviedo y se le cita ademas en muchos lugares de Francia, Inglaterra, Alemania, Sicilia, etc.; pero á orillas del mar Báltico, desde Memel hasta Dantzig, es donde se encuentran sus depósitos mas nombrados porque el sucino existe en ellos con mas abundancia, en pedazos mas voluminosos y ofrecen mejores variedades. En aquellas comarcas es objeto de investigaciones bastante activas; unas veces se recoge en las orillas de los arroyos donde es arrastrado por las aguas, y en las costas del mar donde es impelido por los vientos; otras veces se van á buscar en los puntos escarpados de la costa, y valiéndose de embarcaciones ligeras, los depósitos de lignitos donde quiera que se encuentran se les hace desplomarse se hacen pedazos y se recogen los riñones de sucino que contienen.

Usos. El sucino se usa en objetos de adorno; se talla en piedras de facetas de diferentes tamaños para hacer collares y pulseras que han estado en moda en diferentes épocas; tambien se hacen rosarios, cruces, empuñaduras de cuchillo y de puñal; boquillas de pipas, cajas, cofrecillos, etc.; estos objetos son muy estimados en Levante y casi todos los que se fabrican van á Turquia. Se usa para la preparacion del ácido sucínico, que es muy útil en los laboratorios; entra en la composicion de los barnices crasos, blancos y transparentes, á los cuales da mucha dureza y brillo. En medicina se usa como antiespasmódico.

III GÉNERO.—MELATO.

ESPECIE ÚNICA.—MELITO.

(*Honygsteim*, *Melato de alúmina*, *Sucino cristalizado*).

Es una sustancia amarillenta ó rojiza; resinoidea, que cristaliza en octaedros de base cuadrada, cuyas caras se hallan inclinadas entre sí respecto á la base 93°; su peso específico es 1,58; es rayada por un punzon de acero y muy frágil; da agua por la calcinacion, se carboniza primero y despues arde por la accion del soplete; deja un residuo blanco que se vuelve azul cuando se calcina despues de haberla humedecido con una gota de nitrato de cobalto.

La composicion de esta sal debe ser la que indican los análisis siguientes:

Análisis de Klaproth.

Acido melítico.	46
Alúmina.	16
Agua.	38

Análisis de Wohler.

Acido melítico.	41,4
Alúmina.	14,5
Agua.	44,1

El melito pertenece como el sucino á los depósitos de lignitos; hasta ahora no se ha encontrado de una manera positiva sino en Artern en Turquía; pero tambien se cita en Suiza.

IV GÉNERO.—URATO.

ESPECIE ÚNICA.—GUANO.

Es una sustancia de color amarillo oscuro, de olor fuerte de ámbar, que se ennegrece al fuego, exhalan-

do un olor amoniacal, y es soluble con afervescencia en ácido nítrico caliente. El residuo de la evaporacion seco con precauciones, toma un hermoso color rojo.

Vauquelin y Fourcroy han reconocido en esta materia ácido úrico, ácido oxálico, ácido fosfórico, cal amoniaco, materia crasa, etc., composicion análoga á la del estiercol de las aves.

Depósitos y usos. Esta materia se encuentra en las costas del Perú en las islas de Chinche, cerca de Pisco, y en otras muchas mas meridionales tales como Ilo, Iza, Arica, etc., donde ha sido observada por Humboldt en su importante viaje á las regiones equinocciales. En estas islas forma depósitos de cincuenta á sesenta piés de espesor y de una extension considerable; parece que es el resultado de la acumulacion de los excrementos de una multitud innumerable de aves, sobre todo de garzas y de flamencos que habitan aquellas islas. Se usa con gran ventaja como abono, sobre todo para el cultivo del maiz, y Humboldt observa que á él deben las estériles costas del Perú, la fertilidad que adquieren con el trabajo. Se explota por medio de zanjas que se abren al aire libre, y es objeto de un gran comercio para los habitantes de Chancay, pequeña poblacion al Norte de Lima; una cincuentena de pequeñas embarcaciones van y vienen sin cesar para transportar esta materia á la costa.

El guano tiene mucha analogía con el fiemo llamado *urato*, que se prepara absorbiendo las orinas de los animales por la cal, el yeso, la arena, etc.

V GÉNERO.

CARBONITO Ú OXALATO.

ESPECIE ÚNICA.—HUMBODTITA.

(*Melato de hierro*, *Oxalato de hierro*, *Oxalita*).

Es una sustancia amarilla, que se presenta en masas cristalinas ó terrosas; insoluble en el agua; su peso específico es 1,3; es rayada fácilmente por la uña; da un olor vegetal sobre el carbon, volviéndose negro y atraible por el iman, y que pasa al color rojo por una calcinacion mas fuerte.

Su composicion segun Mariano de Rivero, es:

Acido oxálico.	46,14
Protóxido de hierro.	53,86

Esta sustancia todavía rara en las colecciones, y en cuyo lugar se ha dado frecuentemente arcilla ocrácea, ha sido encontrada por Breithaupt en los lignitos de Kolovserux, cerca de Billin en Bohemia. Se ha indicado despues en Potschappel, cerca de Dresde, y en Gross Almerode en Hesse.

VI GÉNERO.

CARBONOXIDO.

ESPECIE ÚNICA.—ÁCIDO CARBÓNICO.

Es una sustancia gaseosa, incolora, inodora, no inflamable; es soluble en el agua, á la que comunica un sabor ligeramente ácido, la propiedad de hacer espuma y de precipitar por el agua de cal el agua de barita, etc.; su peso específico es de 1,524, tomando por mitad el del aire.

Está compuesto de un átomo de carbono y dos de oxígeno ó en peso:

Oxígeno.	72,34
Carbono.	27,65

Respecto á la manera de existir este gas en la naturaleza nos remitimos á lo que hemos dicho ya en otro lugar.

VII GÉNERO.—CARBONATO.

Este género comprende cuerpos sólidos, solubles en los ácidos, unos en frio y otros en caliente y desprenden entonces gas ácido carbónico con una efervescencia mas ó menes viva.

La mayor parte de las sustancias que contiene el género carbonato, tienen entre sí grandes relaciones, y constituyen el grupo mas natural del sistema mineralógico. Las formas de estas sustancias no se refieren jamás, ni al sistema cúbico, ni al prismático de base cuadrada, ni al de prisma oblicuo de base de paralelógramo oblicuángulo. En la mitad de las especies, la cristalizacion se refiere al sistema romboédrico, y casi todas las sustancias de esta division, son susceptibles de exfoliarse en romboedros muy aproximados los unos á los otros, y todos comprendidos entre los ángulos de 103° y 107°, 48′. Las demás especies se refieren al prisma romboidal recto, cuyos indicios conservan siempre en sus diferentes modificaciones; las especies que no contienen agua, afectan prismas que son tambien muy aproximados los unos á los otros, y cuyos ángulos estan comprendidos entre 116° 5′ y 120° 45′. Tres especies solamente entre las que se encuentran cristalizadas, se refieren al sistema rectangular oblicuo. Por estas observaciones generales se comprende cuánta analogía debe haber entre las diferentes variedades cristalinas de las especies que se refieren á las dos principales divisiones; asi es necesario muchas veces el mayor cuidado para reconocer las diferentes especies por este medio. La semejanza se manifiesta hasta en las formas accidentales y en las variedades de la estructura; todas las especies exfoliables, presentan en efecto las estructuras laminar y sacaroidea, de todos los grados de grueso, y si las otras no son susceptibles de ellas, presentan como las primeras todas las especies de estructuras fibrosas y compactas.

Bajo el aspecto de las propiedades ópticas, se presentan las mismas analogías. En primer lugar las formas solas, nos indican que todos los carbonatos tienen la doble refraccion; unos tienen un eje que se ha encontrado en todos, repulsivo, otros presentan dos ejes que estan mas ó menos separados segun las especies ó sus mezclas. Los colores son poco variados, porque la mayor parte de las especies son naturalmente blancas, y las mezclas que pueden colocarlas poco diversas, á no ser en las calizas compactas que presentan todos los matices y todas las correspondencias de colores. No hay mas que tres sustancias que tengan colores propios, que son el verde y el azul. El lustre nunca es metálico, ni aun metaloideo; siempre es vítreo en las variedades cristalinas, ó litoideo en las variedades compactas, y solo en pocos casos se observa el lustre nacarado ó sedoso. La dureza presenta tambien poca diferencia en las distintas especies; ninguna de ellas es capaz de rayar el vidrio; todas se rayan fácilmente por un punzon de acero y aun por el espato fluor.

Bajo el aspecto de la composicion, las analogías no son menos notables; el mayor número de especies son de la formula BC^2, expresando B una base cualquiera; la mayor parte son anhidros, y solo algunos son hidratados. No hay mas que tres de la fórmula $B\,C$; una sola de la fórmula $B\,C^3$, y dos en las cuales entra un hidrato de la misma base.

Bajo el aspecto de sus depósitos, dos solas especies constituyen grandes masas en la superficie de la tierra; estas son la caliza y la dolomia, que se encuentran en todas las épocas de formacion. Otra forma filones, masas, capas ligeras en los terrenos primitivos inter-

mediarios, y en la base de los terrenos secundarios, y es el carbonato de hierro. Todas las demás son materias subordinadas á los criaderos metalíferos, ó se encuentran en las hendiduras de diferentes rocas, y rara vez diseminadas. Solo el natron y el urao se exceptuan de estas generalidades, y se encuentran en disolucion en las aguas ó en los lechos muy delgados, en depósitos arenosos en la superficie de las llanuras.

PRIMERA ESPECIE.—NATRON.

(*Sosa, Alcali mineral, Sosa carbonatada, Sub-carbonato de sosa*).

Es una sustancia salina, en polvo mas ó menos aglomerado, de un sabor urinoso, caústico; soluble en el agua y capaz de dar por cristalizacion octaedros de base de rombo, truncados en el vértice, cuyas caras se hallan inclinadas entre sí, y respecto á la base unos 114° y que caen pronto en polvo por la exposicion al aire.

Las investigaciones analíticas que se han hecho sobre el natron de diferentes lugares, dan los resultados siguientes:

Natron de las orillas del lago blanco en Hungria.

Acido carbónico	35,1
Sosa	50,2
Agua	14,7
Acido sulfúrico, indicios	

Natron del comercio de Debretzni en Hungria.

Acido carbónico	30,4
Sosa	43,2
Agua	13,8
Sulfato de sosa seco	10,4
Cloruro de sodio	2,2

Natron de Egipto.

Acido carbónico	30.9
Sosa	43,8
Agua	13,5
Sulfato de sosa seco	7,3
Cloruro de sodio	3,1
Materia térrea	1,4

Natron del Vesuvio.

Acido carbónico	32,3
Sosa	46,7
Agua	14,0
Acido sulfúrico indicios	
Cloruro de sodio	2,7
Materia térrea	5,3

Natron de Berberia en pequeñas capas en cloruro de Sodio.

Acido carbónico	35,5
Sosa	43,6
Agua	17,7
Cloruro de sodio	4,2

Los cuatro primeros análisis nos muestran por una parte que las cantidades de oxígeno del ácido y de la base se hallan en la relacion de 2 á 1; y por otra que la cantidad de agua sensiblemente constante es tal, que el oxígeno que contiene, es igual al oxígeno de la sosa; si hay algunos ligeros errores, se pueden atribuir al agua higrométrica que las materias absorben fácilmente y tambien al sulfato de sosa que hemos calculado siempre en estado anhidro. En el último análisis hay alguna diferencia pero se reconoce por el cálculo que existe cierta cantidad de carbonato de la especie siguiente que se encuentra en los mismos lugares y que despues de haberla extraido, los restos se hallan aun en las relaciones que presentan los otros cuatro análisis.

Resulta de aquí que las cantidades de oxígeno del ácido carbónico, de la base y del agua son entre sí, como los números 2,21 y 1 y por consiguiente que se obtiene la fórmula $Na\ C^2\ Aq = Na\ C^2 + Aq$; el natron tal como le hallamos en eflorescencia no es pues ni el subcarbonato de sosa de los laboratorios cuya fórmula en estado cristalino es $Na\ C^2 + 10\ Aq$; ni esta sal completamente anhidra; por lo demás, las materias que se encuentran asi en la naturaleza son enteramente semejantes á las que resultan de la eflorescencia de los cristales artificiales de sub-carbonato de sosa; porque esta especie de descomposicion de la sal artificial ha dado los mismos elementos en el análisis, y es muy notable que la pérdida de agua se detenga asi en una proporcion fija.

Podria creerse por estas observaciones que el natron tal como le encontramos en eflorescencia en la superficie de la tierra, procede de la descomposicion de la sal $Na\ C^2 + 10\ Aq$, que se encuentra en las aguas de los lagos inmediatos, y que cristaliza en sus orillas; en efecto evaporando el agua procedente de los lagos de Debretzin, se han obtenido entre otras materias cristales de carbonato de sosa ordinario que poco tiempo despues han caido en eflorescencia. Sin embargo podria pensarse tambien precisamente todo lo contrario y considerar la sal que se encuentra en las aguas como procedente de la disolucion de la que se encuentra en eflorescencia. Esta última procederia entonces de la descomposicion de especies siguiente por la accion del calor solar.

Depósitos y usos. Como quiera que sea, el natron tal como acabamos de describirle, se encuentra en la superficie de la tierra en las llanuras bajas de nuestros continentes, en las cercanías de ciertos lagos cuyas aguas contienen siempre cierta cantidad, con el carbonato de especie siguiente y sales de diversas especies. Durante los calores del estío, es cuando mas abunda y entonces cubre la tierra de eflorescencias que parecen depósitos de nieve, como se observa en las llanuras de Hungria, en los lagos de los valles de Natron en Egipto, Arabia, India etc. Se conoce tambien el natron, pero en cortas cantidades en eflorescencia en los productos de los volcanes donde se encuentra en la superficie de las lavas y de las escorias.

Esta especie de carbonato de sosa se recoge como la siguiente para ser entregada al comercio, y el principal uso que se hace de ella, es para la fabricacion de jabon y de vidrio. Actualmente no se usa mas que en los paises inmediatos á los lugares de donde se extrae; pero antes de que se hubiera llegado á hacerla artificialmente por la descomposicion de la sal marina, se hacia un comercio muy considerable de los lugares en que se extraia, para los que carecian de ella

II ESPECIE.—URAO.

(*Trona, Natron, Sexqui-carbonato de sosa*).

Es una sustancia salina, que cristaliza en el sistema prismático rectangular oblicuo; es poco alterable al aire; soluble en el agua y da un sabor acre y urinoso.

Su composicion se expresa por la fórmula $Na\ C^3\ Aq^2 = Na\ C^3 + 2\ Aq$ segun los análisis siguientes:

Urao de Berbería en cristales aglomerados, por Beudant.

Acido carbónico	39,274
Sosa	37,428
Agua	23,287

Urao de gruesas fibras radiadas de Berberia por Beudant.

Acido carbónico. . . .	40,13
Sosa.	38,62
Agua.	21,24

Urao de Lagunilla por Boussingault.

Acido carbónico	39
Sosa.	41,22
Agua.	18,80

Urao de los muros de Cassar en Egipto por Beudanl.

Acido carbónico. . . .	33,53
Sosa.	32,67
Agua.	20,55
Sulfato de sosa seco. . .	1,96
Cloruro de sodio. . . .	3,95
Materia térrea. . . .	7,33

En estos diversos análisis se ve sensiblemente las relaciones 3, 1 y 2 entre las cantidades de oxígeno del ácido, de la base y del agua, y las pequeñas diferencias que se observan, parecen proceder de la mezcla de cierta cantidad de la especie procedente, como se ve buscando por el cálculo la division de las cantidades de oxígeno. En el primer análisis, habia cierta cantidad de agua higrométrica; en la segunda y tercera por el contrario, cierta cantidad de agua de menos; lo que podria ser debido á la presencia de una corta cantidad de urao en estado anhidro. En cuanto al cuarto análisis, se ve en él una mezcla semejante, y ademas sulfato de sosa, y cloruro de sodio.

No es inútil observar que entre los ejemplares que existen en el comercio, se encuentra sulfato de sosa y bórax en cristales pequeños agrupados; es probable que existan semejantes errores en las colecciones.

Depósitos. Boussingault y Mariano de Ribero, han observado el urao, en la aldea de Lagunilla, á una jornada de Mérida en Colombia, en un terreno arcilloso, que contiene grandes fragmentos de grés secundario, y que es por consecuencia bastante moderno. Allí forma un banco poco grueso cubierto por una capa arcillosa llena de cristales de gaylusita. Parece que esta sal, se encuentra en una posicion semejante en Africa en el Fezzan en los límites del gran desierto, y se puede presumir que existe lo mismo en el valle de los lagos de natron, á veinte leguas del Cairo, puesto que hay masas bastante considerables para que se hayan construido murallas; tal vez en todos los puntos donde se ha indicado el natron, se encuentra tambien el urao en capas mas ó menos gruesas que las lluvias devuelven y atraen á la superficie de la tierra, en los lagos y en las aguas de los manantiales etc., y del cual se descompone una gran parte por la accion del calor solar.

Ademas de estos depósitos cuya existencia está hoy probada, parece que la especie de carbonato de sosa que nos ocupa, se encuentra en disolucion con la especie anterior en todos los lagos que se llaman lagos natríferos. Estos lagos son muy abundantes en la superficie de la tierra en medio de las grandes llanuras ó mas bien de los vastos desiertos de nuestros continentes. En Europa conocemos estos en las extensas llanuras que forman en cierto modo el centro de la Hungria, particularmente alrededor de Debretzin y en las llanuras que rodean el mar Negro. En estos lugares parece que el natron es la sal mas abundante en las aguas, si se ha de juzgar al menos por las materias que aquellas localidades entregan al comercio. Se cita un gran número de estos lagos, en las llanuras que rodean al mar Caspio; existen en Arabia, en la India y en el Thibet, donde las caravanas van á proveerse de ella. En Africa hemos citado ya los lagos del valle de natron á veinte leguas del Cairo, y los de Trona en el Fezzan en los límites del gran desierto; tambien se citan en el país de los Boquimanes. Existen asimismo en América en las cercanías de Buenos Aires, en Méjico, en el valle de Méjico etc.

Los carbonatos de sosa, se hallan tambien en un gran número de aguas minerales; esta circunstancia ha hecho suponer, que en un gran número de localidades, estas sales son conducidas á la superficie del terreno por aguas que vienen de una gran profundidad, y que estan mas ó menos cargadas de ellas, de manera que han podido formarse depósitos mas ó menos considerables en tiempos antiguos.

Usos. El urao, se usa como el natron, para la preparacion del jabon, la fabricacion del vidrio etc. En Colombia se recoge particularmente segun la observacion de Boussingault, para dar mordiente á un extracto de tabaco y formar un béquico que se llama *Chimo* ó *moo*. En Inglaterra se usa la misma sal preparada artificialmente para la confeccion de la *soda water*.

III ESPECIE.—GAY-LUSSITA.

Es una sustancia insoluble en el agua, de fractura vítrea, que cristaliza en prismas romboidales oblicuos de unos 109° 1/2 y 70° 1/2; su peso específico es de 1,928 á 1,950 segun Boussingault; raya el yeso y es rayada por el carbonato de cal; da agua por la calcinacion; su disolucion nítrica; precipita por el oxalato de amoniaco, y deja un residuo alcalino despues de la filtracion, evaporacion y calcinacion.

Está compuesta quizá, segun la fórmula $Na\,Ca\,C^4\,Aq^5 = Na\,C^2 + Ca\,C^2 + 5Aq$, segun el análisis siguiente que se debe á Boussingault.

Acido carbónico. . . .	28,66
Sosa.	20,44
Cal.	17,70
Agua.	32,20
Arcilla.	1,00

Adoptando la fórmula citada, habria que admitir un error en la cantidad de agua; ó considerar una porcion de esta sustancia como si estuviera en estado higrométrico, ó como perteneciente á la arcilla. En todo caso, tendremos aun un ejemplo de combinacion donde el oxígeno del agua, no es un múltiplo del oxígeno del ácido.

La gay-lussita, no se ha presentado aun mas que en cristales mal conformados, que parecen ser octaedros oblicuos á base de rombo, modificados por caras que pertenecen á prismas romboidales y rectangulares.

Boussingault, ha observado esta sustancia en cristales aislados, diseminados en abundancia en la capa de arcilla que cubre el urao de Lagunilla. Habiéndose conocido por sus caracteres, que debia formar una especie particular, la ha dado el nombre de gay-lussita, que hemos adoptado como un corto homenaje de la mineralogia al sabio químico á quien las ciencias deben tantos descubrimientos.

IV ESPECIE.—CARBONATO DE CAL.

Es una sustancia que da una materia cáustica (la cal) por la calcinacion; es soluble en frio, con una viva efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion precipita abundantemente por el oxalo de amoniaco, y poco ó nada por los demás reactivos.

PRIMERA SUB-ESPECIE.—CALIZA.

(*Carbonato de cal romboédrico, Cal carbonatada, Piedra calcárea, Espato de Islandia, Kalkspath, Kalsteim*).

Es una sustancia susceptible de cristalizar en el

sistema romboédrico; sus cristales son exfoliables en romboedros de 105°5′ y 74°55′ en las variedades puras: posee la doble refraccion en alto grado, y con un solo eje repulsivo; su peso específioo es 2,7231; raya el yeso, y es rayada por el aragonito; adquiere fácilmente la electricidad en las variedades cristalinas, por la simple opresion entre los dedos, y la conserva mucho tiempo; no se reduce á polvo al fuego, y se convierte simplemente en cal viva, sin hincharse.

Su composicion se expresa por la fórmula CaC^2, como se ve por los análisis siguientes:

Calcárea espática de Islandia, por Stromeyer.

Acido carbónico.	43,70
Cal.	56,15
Protóxido de manganeso é indicios de protóxido de hierro.	0,15

Calcárea sacaroidea de los Pirineos, por Beudant.

Acido carbónico.	43,4
Cal.	54,7
Magnesia.	0,9
Agua.	0,8

Pero es raro que la caliza tenga siempre el grado de pureza de las variedades, cuyos análisis acabamos de presentar; por el contrario, se halla con mucha frecuencia mezclada ya con materias extrañas diseminadas, ya con carbonato de diferentes bases, de la misma fórmula que se encuentra en ella en todas proporciones.

Variedades de la especie. Ninguna sustancia en la naturaleza, se presenta bajo tantos aspectos distintos como la caliza, lo cual es debido sin duda á su gran abundancia en la superficie de la tierra, en todas las porciones imaginables. Sus formas regulares y accidentales, son extremadamente numerosas; las estructuras, mezclas, colores y sus olores, etc., etc., dan igualmente lugar á una multitud de distinciones, de las cuales aun se puede aumentar el número por las consideraciones del depósito.

Variedades cristalinas. La caliza presenta en cierto modo todo lo que puede producir el sistema cristalino romboédrico; todas las modificaciones de cada especie, de forma posible en este sistema; todas las combinaciones imaginables de formas, unas con otras, parecen haberse realizado en esta especie. No hay mas que un solo género de sólidos, que no se puede decir precisamente excluido de la caliza, pero que es extremadamente raro; este es el dodecaedro de triángulos isósceles, y por consiguiente todas las combinaciones, tan comunes en otras sustancias de las diversas variedades de este sólido, ya entre sí, ya con los prismas de base de exágono regular. No se conocen hasta aquí mas que cinco especies de sólidos de este género en la caliza, y aun hay algunos cuya existencia no se podria asegurar, porque los cristales que se han visto, no son bastante pronunciados para medir exactamente los ángulos, y convencerse de que no pertenecen á dodecaedros de triángulos escalenos, próximos únicamente á ser isósceles.

Las variedades cristalinas de caliza, que se han podido estudiar hasta aquí, se elevan á cerca de mil cuatrocientas; pero en la imposibilidad, mejor dicho, inutilidad de describirlas con minuciosidad, pueden hacerse cuatro divisiones, con arreglo á las formas dominicales; á saber: 1.ª los cristales romboédricos: 2.ª los cristales en prisma exágono regular: 3.ª los dodecaedros de triángulos escalenos: 4.ª los dodecaedros de triángulos isósceles.

1.ª *Caliza romboédrica.* Existen lo menos veinte y cinco romboedros, que difieren los unos de los otros ya por la inclinacion de sus caras, ya por la posicion de sus caras relativamente á las del romboedro de exfoliacion, este último es el único en que los ángulos son rigorosamente conocidos; en los otros estos ángulos no han sido medidos sino con el goniómetro ordinario, ya porque los naturalistas no se han ocupado de someterlos al exámen del goniómetro reflejador, ya porque su pureza no es suficiente para este objeto.

2.ª *Caliza prismática.* La forma dominante es un prisma de base de exágonos regulares, que son de dos clases; en unos la exfoliacion corresponde á las aristas, en otros á las caras.

Estos prismas se hallan modificados en las aristas laterales, ya por una sola cara, ya por dos, lo cual es raro. Tambien se hallan modificados en las aristas de las bases, en los ángulos sólidos, ó terminados por romboedros ó dodecaedros, ya solos, ya reunidos en cierto número.

Todas estas variedades de formas son muy comunes en las minas de Hartz y de Derbyshire. Presentan casi todas las reuniones imaginables de formas secundarias; pero es muy raro encontrar las modificaciones por pirámides de triángulos isósceles, que son tan comunes en otras sustancias del sistema romboédrico.

3.ª *Caliza dodecaedra de triángulos escalenos.* Existen aun mas especies de formas de este género que de romboedros, y se distinguen tambien unas de otras por las inclinaciones mutuas de las caras y la posicion relativa de las exfoliaciones.

Los dodecaedros son rara vez simples; los que se encuentran en este estado son las variedades designadas por Haüy con el nombre de *matastático* y *axígrafo.* Casi siempre estan modificados de diferentes maneras por el prisma ó por el romboedro, ó reunidos unos con otros como se ven algunos ejemplos. Todas estas variedades, producidas por reuniones de dos ó de tres, son sumamente numerosas; hoy se conocen mas de ochocientas, que pueden aumentarse prodigiosamente en adelante.

4.ª *Caliza dodecaedra de triángulos isósceles.* Estos sólidos son poco numerosos, y algunos de ellos presentan dificultades. Ninguno de ellos se encuentra aislado, y hasta el presente no se les conoce sino combinados con diferentes sólidos que modifican.

Caliza maclada. La mayor parte de estos grupos, que son trasposiciones, se forman perpendicularmente al eje del romboedro de exfoliacion. Son agrupamientos de romboedros de dos en dos, de prismas modificados en el vértice, y de docaedros modificados por el prisma.

Existen tambien algunos agrupamientos oblícuamente al eje, ya de prismas modificados en el vértice, ya de dodecaedros. El romboedro de exfoliacion presenta tambien á veces un agrupamiento por un plano oblicuo al eje.

Algunos de estos grupos presentan ángulos entrantes, y otros no presentan indicio alguno de ellos, de manera que no se puede reconocerlos por la falta de simetría desde el vértice.

Caliza agrupada regular. Presenta grandes cristales formados por la reunion de otros mas pequeños, ya de las mismas formas, ya de formas diferentes. Se conocen romboedros formados de dodecaedros de una forma ó de otra, y dodecaedros formados de romboedros de diferentes clases, ó de otros dodecaedros.

Formas cristalinas alteradas. Caliza esferoidea. Forma romboedros ó dodecaedros obtusos, de los cuales todas las caras y las aristas son redondeadas.

Caliza lenticular. Forma romboedros ó dodecaedros muy obtusos, de cara convexa, y que presentan de una manera mas ó menos exacta, la forma de una lenteja.

Caliza escamiforme. Se presenta en romboedros muy aplastados, paralelamente á sus caras opuestas,

muy retorcidos, y lo mas frecuentemente aplicados los unos sobre los otros, como escamas, y formando asi mamelones cristalinos, y placas mas ó menos gruesas. Estas son ordinariamente variedades, mezcladas con carbonato de hierro, de manganeso y magnesia.

Caliza cilindroidea. Procede de prismas exagonales obliterados sobre las aristas laterales.

Caliza radiiforme. Se presenta en forma de lanzadera, de granos de cebada, etc., y proviene de cristales dodecaedros obliterados sobre sus aristas. Se encuentra en Inglaterra y Méjico.

Carbonato de cal doliiforme. Se presenta en forma de pequeños toneles, y procede de dodecaedros truncados profundamente en el vértice y alterados. Algunas veces estas formas son debidas á agrupamientos de cristales pequeños alterados.

Caliza lameliforme. Presenta formas raras, que no son sino romboedros truncados profundamente en el vértice, y reducidos asi á láminas muy delgadas, sobre cuyos bordes se perciben apenas las facetas romboédricas.

Caliza acicular. Forma romboedros ó dodecaedros muy agudos, cuyas caras son muy angostas y no se distinguen á primera vista.

Caliza espicular. Se presenta en forma de lanza. Sus cristales son algunas veces dodecaedros agudos, de los cuales dos caras opuestas se hallan ensanchadas, respecto á las otras cuatro, que forman entonces biseles en los lados de las primeras, y producen una especie de hojas de dos cortes. Mas comunmente son grupos irregulares de cristales pequeños, que tendian á formar romboedros agudos, cuyas caras se encuentran entonces mal conformadas, acanaladas, de donde resulta una especie de puntas parecidas á una espada.

Caliza reticular. Está compuesta de cintillas estrechas, agrupadas de modo que dejan entre sí espacios en forma de triángulo equilátero.

Caliza globosa. Se presenta en bolas axiladas, ó en porciones de bolas agrupadas sobre un cuerpo, cuya superficie se halla erizada de puntas cristalizadas, y cuyo interior presenta una estructura de fibras divergentes.

Formas accidentales. Caliza estalactítica. Se forma en las cavidades subterráneas, por la destilacion de las aguas, y se pueden distinguir :

a. Las *estalactitas tubulosas*, que presentan un cilindro hueco en su interior, poco grueso, algunas veces transparente ó trasluciente, y parecido á un cañon de pluma; en este caso terminan por un cristal que tambien suele estar agujereado.

b. Estalactita maciza. Es cónica ó cilíndrica, en una parte mas ó menos considerable de su longitud; ademas de las capas de crecimiento, la masa presenta las estructuras laminosa, bacilar, fibrosa, etc.

c. Estalactita esfoliada. Se halla formada de capas concéntricas, delgadas, todas separadas unas de otras por un espacio vacío, y que se rompen al menor choque.

d. Estalactitas fungiformes. Presentan en su extremidad un abultamiento ovoideo, ó una especie de sombrero hemisférico, de superficie tuberculosa, ó erizada de agujas cristalinas.

Caliza panniforme. Se presenta en forma de paños. Esta variedad no se observa bien sino en grande en las paredes de las cavidades donde las aguas forman depósitos salientes, aislados, de poco espesor, ondulados, plegados, festoneados de mil maneras que representan guirnaldas, paños etc.; la estructura es fibrosa con fibras perpendiculares á un plano comun de union que se encuentra en medio de su espesor.

Caliza tuberculosa. Se presenta en pedazos redondeados mas ó menos largos producidos como la variedad anterior; pero gruesos y presentando tambien el plano de union y la estructura fibrosa.

Caliza memelonada. (Estalagmita). Se presenta en masas formadas tambien por la destilacion de las aguas y compuestas de capas paralelas, contorneadas como la superficie.

Caliza reniforme. Se presenta en riñones, cuyo tamaño varia desde algunas líneas hasta un pié de diámetro; son laminosos ó compactos en el interior, y algunas veces con capas de crecimiento distintas; unas veces macizos, otras geódicos; en su interior suelen observarse contracciones que dividen la masa en prismas, en pirámides etc. El espacio que dejan estas contracciones, se halla unas veces vacío y otras lleno de caliza laminar ó de otras sustancias, resultando lo que se llama *ludus helmontii*.

Caliza globuliforme. Se presenta en glóbulos aislados de cortas dimensiones, compuestos de capas concéntricas, cuyo centro suele hallarse ocupado por un grano de materia extraña; la superficie es lisa unas veces, y otras, se halla cubierta de asperezas; la materia es ordinariamente blanca.

Existen concreciones que se pueden agregar á esta variedad, pero que son mas voluminosas. Estas son cilindros de algunas pulgadas de longitud, de una ó mas de diámetro, redondeados en los dos extremos, ya rectos, ya curvos, de capas concéntricas, cuyo centro presenta frecuentemente caliza laminosa. Es poco probable que esta configuracion sea producida por el acarreo de las aguas como en la variedad anteriormente citada; pero no se puede menos de colocarlas en este lugar en las colecciones, ó con las variedades reniformes.

Caliza filiforme. Se presenta en filamentos mas ó menos largos situados en la superficie de diferentes materias de que parece que han salido por presion; unas veces son libres, y otras se hallan reunidos en un número mas ó menos considerable; casi siempre son un poco curvos; pero algunas veces se hallan encorvados en forma de cayado en su extremidad.

Caliza algodonosa. No es mas que una modificacion de la variedad anterior; pero con filamentos muy finos, muy abundantes en la superficie de un mismo ejemplar, muy apiñados unos con otros, de manera, que su conjunto imita á una tela afelpada de algodon.

Cuando por la presion, ó simplemente por la accion del agua que ha podido filtrarse sobre esta variedad, ó finalmente, por la desecacion al aire libre, los filamentos se hallan aplanados, rotos, resulta una especie de materia térrea que en otro tiempo se designaba con el nombre de leche de luna, ó harina fósil.

Caliza incrustante. Forma un barniz mas ó menos grueso sobre materias extrañas, cuya forma presenta exteriormente, y tambien sobre animales, sobre vegetales, y aun sobre fragmentos de minerales en los tubos que conducen aguas, que tienen carbonato de cal en disolucion.

Se ha dado particularmente el nombre de *osteocola* á incrustaciones calizas, tubulosas, formadas sobre cañas y sobre ramas de árboles, cuya materia vegetal es destruida con el tiempo.

Se llaman *tobas calizas* á las materias que se hallan en grandes depósitos formadas en la superficie de la tierra, en todas posiciones por las aguas cargadas de carbonato de cal; contienen frecuentemente restos de plantas y de animales; unos son compactos, sólidos, otros arenosos, porosos y de poca consistencia.

Caliza pseudomórfica. Se presenta en formas tomadas de los moluscos testáceos, de los equinidos, de los zoófitos y de la madera.

a. Conquilioidea. Se halla modelada en las cavidades de las conchas univalbas ó bivalbas, marinas, fluviátiles ó terrestres. Existen tambien moldes formados en las cavidades que han quedado libres, en algunas materias pétreas por la destruccion de las conchas que estaban sepultadas en ellas y que presentan entonces la configuracion exterior de estas pro-

ducciones naturales. Finalmente, hay casos en que estando destruida la concha, su espesor se halla reemplazado por carbonato de cal laminoso.

No deben confundirse estas configuraciones con las conchas mismas que se encuentran sepultadas en el seno de la tierra y que han conservado su parte testácea; porque esta naturalmente caliza ha sido formada por el animal y tiene una forma propia.

b. Equinoidea. Algunas veces se ha mezclado el carbonato de cal en la cavidad de los equinidos; pero la parte testácea de estos animales naturalmente porosa, se halla no reemplazada por el carbonato de cal sino infiltrada de esta sustancia que la ha llenado y convertido al estado espático, haciéndola susceptible de una exfoliacion regular. Lo mismo sucede con las puas de los equinidos de formas muy variadas que se encuentran frecuentemente.

c. Madreporoidea. Las madréporas sólidas tienen naturalmente estructuras análogas á las que presenta el carbonato de cal y parece probable que las masas sacaroideas de forma de madréporas que se encuentran en ciertos depósitos de caliza compacta se han producido en los animales que no han sufrido modificacion alguna despues de haber sido sepultados en el seno de la tierra; por consiguiente, no puede decirse que hay aquí una forma imitada tal como la entendemos, sino que en estas madréporas sucederia lo mismo que en los moluscos que han conservado su concha.

d. Jiloidea, ó con la forma y la estructura de la madera. Esta es por lo general carbonato de cal compacto, mas ó menos térreo que ha reemplazado al vegetal; pero algunas veces tambien es carbonato de cal espático ó sacaroideo. Una variedad notable por el olor de trufa que exhala cuando se la raspa con un instrumento cortante, fue tomada en un principio por una madrépora y designada con el nombre de *madrépora de olor de Trufa.*

Caliza pseudo-poliédrica. Se presenta bajo configuraciones producidas por contraccion y con aspecto de romboedros de prismas exágonos, pentágonos, de pirámides de tres ó cuatro caras etc. Los *ludos* de carbonato de cal pueden tambien referirse á esta variedad; presentan reuniones de poliedros, separados unos de otros por carbonato de cal laminoso fibroso etc., ó por otras sustancias.

VARIEDADES DE ESTRUCTURA. *Caliza laminar.* Se presenta en masas susceptibles de exfoliarse, en capas mas ó menos gruesas que no son mas que romboedros en los cuales dos caras opuestas son muy anchas.

Caliza esquisto-espática. Se compone de cristales romboédricos truncados muy profundamente en el vértice, y reducidos á láminas delgadas aplicadas unas sobre otras y desprendiéndose con mas ó menos facilidad. Estas láminas son algunas veces curvas ú onduladas, por lo comun opacas, blancas y nacaradas.

Caliza laminosa. Está formada por láminas grandes ó pequeñas, y es sacaroidea.

Caliza granugienta. Es blanquecina, de granos finos, cristalinos, que tienen poca adherencia entre sí.

Caliza bacilar. Se compone de cristales pegados ya paralelos, ya divergentes. Hay una variedad negra llamada *antraconita ó madreporita*, cuya exfoliacion presenta una superficie curva.

Caliza fibrosa. Se compone de fibras mas ó menos apretadas unas contra otras, ya de un lustre nacarado ó sedoso, ya mates, paralelas, divergentes ó entrelazadas.

Caliza esquistoidea. Se presenta en masa sacaroidea ó compacta, susceptible de dividirse en placas ó en hojas que suelen estar separadas por un barniz micáceo ó terroso.

Caliza estratoidea. Presenta un aspecto de diferentes capas que resultan del crecimiento de la masa y que se desprenden rara vez unas de otras. Estas capas se distinguen por el grado de opacidad, de finura, por los colores, por la estructura etc. Se pueden distinguir las sub-variedades siguientes:

a. Poliédrica, en los cristales.

b. Esférica. En los riñones, los glóbulos etc.

c. Cilíndrica, en las estalactitas, en las incrustaciones de los tubos de conduccion etc.

d. Plana ó undulada, en los depósitos formados en la superficie del suelo, en los acueductos, y en las cavidades subterráneas. Esta estructura es la que se observa comunmente en los alabastros.

Caliza oolítica. Está compuesta de glóbulos acumulados unos sobre otros por lo comun sin cimento aparente. Hay variedades en que los glóbulos son bastante gruesos, y otras en que son muy finos. Muchas veces se reconoce que estos glóbulos estan formados de capas concéntricas, y en otros casos son compactos ó estriados del centro á la circunferencia y constituyen el *roogenstein* de los mineralogistas alemanes.

Caliza encrinítica. Se halla compuesta de cortas porciones de encrinita ya circular, ya con forma de losange, sin cimento aparente y bastante parecida á primera vista á la caliza oolítica.

Caliza alveolítica. Es tambien bastante semejante á le variedad oolítica, y contiene glóbulos pequeños, pero compuestos de cuerpecillos ovoideos formados de capas celulosas, estriados en la superficie que pertenecen al género de polípero llamado albeolita y que estan reunidos por carbonato de cal térreo.

Caliza miliolítica. Se halla enteramente compuesta de conchitas ovoideas ó sub-trigonas, multiloculares del género miliola reunidas frecuentemente por caliza mas ó menos térrea.

Caliza compacta. Es de fractura concoidea, astillosa, plana ó térrea, y nunca forma el paso á las estructuras cristalinas. Se puede distinguir un gran número de sub-variedades por el lustre y la forma de la fractura, las mezclas y su disposicion, la presencia ó ausencia de las conchas, de la madrépora etc.

1.° *Compacta homogénea.*

2.° *Compacta tubulosa.* Presenta tubuluras mas ó menos irregulares que proceden del desprendimiento de gas al través de su masa.

3.° *Compacta cariada.* Presenta cavidades irregulares mas ó menos numerosas.

4.° *Compacta madrepórica.* Contiene madréporas de diferentes géneros.

5.° *Compacta conchilífera.* Contiene muchos fragmentos de conchas ó conchas enteras que se pueden distinguir en *marinas, fluviátiles y terrestres*; á esta deben referirse una porcion de calizas secundarias y terciarias, la mayor parte de las calizas marinas, variedades de creta tobácea, etc.

6.° *Cristalífera.* Contiene cristales diseminados de feldspato, de sahlita, de granate, de sulfuro de hierro, etc.

7.° *Cloritada.* Contiene una multitud de granos verdes, y pasa á la creta cloritada, á la caliza arenosa cloritada.

8.° *Silicífera.* Es homogénea, tubulosa ó cariada; contiene sílice muy diseminada, algunas veces en bastante cantidad para rayar el vidrio, y deja despues de la accion de los ácidos fragmentos esponjosos, silíceos. Es agrisada, amarillenta ó azulada, y pertenece particularmente á los terrenos terciarios; contiene limneas, planorbos, hélices, etc.

9.° *Arcillífera.* Se halla mezclada con materias arcillosas que se depositan en estado pulverulento por su disolucion en un ácido, y pasa á la caliza térrea arcillífera.

10. *Bituminífera.* Es parda ó negruzca, impreg-

nada de materia bituminosa que se manifiesta por el olor, por el frote ó por la combustion.

Todavía pueden distinguirse otras muchas sub-variedades por sus colores que son sumamente variados; el blanco, blanco amarillento, gris de diferentes matices, negro, rojo muy variado en las tintas, amarillo, verdoso, etc., y tambien por sus disposiciones, uniformes, venadas, manchadas, deudríticas, rumiformes, etc.

Caliza térrea. Se deja rayar por la uña, tiene siempre poca solidez, y presenta muchos pasos á la variedad compacta, y se pueden distinguir muchas sub-variedades.

a. Cretácea (creta). Es blanca ó ligeramente amarillenta, muy blanda, mancha los dedos, y se deslie en agua, dejando aposar cierta cantidad de arena.

b. Arenácea. Es blanca, sucia ó amarillenta; mancha poco los dedos, y no se deslie en agua; presenta un tejido flojo como arena aglutinada, y ofrece pasos á la caliza compacta de estructura térrea. A esta variedad se puede referir lo que se llama *creta tobácea*, y las variedades blandas de algunos depósitos marinos.

c. Cloritada. (Creta cloritada, caliza cloritada). Está llena de granillos verdes que le dan un tinte general de este color.

d. Arcillífera. (Margas calizas blandas). Es amarillenta, agrisada ó verdosa, y deja un residuo arcilloso por la disolucion en los ácidos; pasa á la caliza compacta arcillífera, y contiene frecuentemente conchas marinas, fluviátiles ó terrestres.

Variedades de color y de lustre. El carbonato de cal es naturalmente incoloro; pero las materias extrañas con que puede hallarse mezclado mecánica ó químicamente, le dan colores muy variados que se observan en todas las variedades, y mas particularmente en las sacaroideas, compactas y térreas.

Las variedades cristalinas presentan frecuentemente tintas amarillas ó de diferentes matices algunas veces de color de rosa rojo, gris y aun negro, verdoso y azulado. Las variedades en grandes masas presentan los mismos colores; pero mucho mas variados en los matices, y sus mezclas forman una multitud de dibujos mas ó menos agradables que las hacen estimadas en las artes.

En cuanto al lustre, es vítreo en la mayor parte de las variedades cristalinas, es nacarado en un gran número de cristales modificados perpendicularmente al eje, y sedoso en ciertas variedades fibrosas. Se puede reconocer el lustre grasiento en ciertas variedades fibroso-compactas ó compactas en la falta de lustre, ó aspecto mate, se hace notar en muchas calizas compactas y en todas las variedades terrosas.

Variedades de olor. La caliza presenta accidentalmente distintos olores entre los cuales se pueden distinguir.

El *olor de petróleo*, que se manifiesta inmediatamente ó por un débil calor, y se conserva mucho tiempo; se debe á la presencia de esta materia, de la cual se hallan impregnadas ciertas variedades de caliza.

El *olor bituminoso*, que se manifiesta por calcinacion y que es insensible á la temperatura ordinaria.

El *olor bituminoso animal*, se manifiesta por el frotamiento ó la raspadura en la mayor parte de las calizas compactas conchilíferas, y particularmente en la variedad de mármol que usamos habitualmente con el nombre de pequeño granito. Algunas partes son tan sumamente fétidas, que dan olor por el simple calor de la mano, continuado algunos instantes.

El *olor de hidrógeno sulfurado* que se desprende al menor frote de las variedades de caliza laminosa y compacta que acompañan al azufre en sus depósitos en medio de los terrenos secundarios.

El *olor de hidrógeno arseniado*, ó un olor fastidioso análogo al de este compuesto que se ha observado en los carbonatos de cal laminar de Kapnik, que acompañan al sulfuro rojo de arsénico, y en variedades compactas que acompañan al sulfuro amarillo en Tajova en Hungria; este olor es fugaz.

El *olor de carburo de azufre* que se ha creido reconocer en las calizas laminosas agrisadas, dispuestas en venas en los esquistos muy carbonosos de los Alpes; es tambien muy fugaz.

El *olor de trufa* que se observa por la raspadura en la variedad de caliza piloidea, designada con el nombre de madrépora de olor de trufa.

Depósitos. Hemos visto en otro lugar las posiciones relativas de los grandes depósitos calizos, que se encuentran en la superficie del globo, y los caracteres que los distinguen en las diferentes épocas de formacion. Seria supérfluo añadir mas detalles de posicion geográfica, puesto que estas materias constituyen la mayor parte de nuestros continentes y se encuentran por todas partes en colinas, montañas, cordilleras mas ó menos considerables. Nos limitaremos á enumerar rápidamente los depósitos que se encuentran en España, que es lo que mas nos interesa. En la provincia de Madrid, existe en abundancia la caliza de edificar; en Málaga, Granada, Córdova, Almería, Toledo, y otras varias provincias, se observan mármoles variados, y de todos ellos hay ejemplares en el museo de ciencias naturales; en Alicante y Málaga, existen los alabastros; en Iraeta (Guipúzcoa) la caliza hidráulica; en la serranía de Cuenca, en Mondragon, en la cueva de Udala, y junto á Torrelaguna en la gruta llamada del reguerillo, se encuentran estalactitas y estalagmitas, y de aguas incrustantes tenemos ejemplos en el rio Gallo y el Mesa.

Usos. Los usos esenciales de las diferentes variedades de caliza han sido indicados en la parte que trata del uso de las sustancias minerales en general, por cuya razon nos remitimos á lo que allí se ha dicho respecto á las aplicaciones de la sustancia particular de que tratamos.

II SUB-ESPECIE.—ARAGONITO.

(*Igloita, Cal carbonatada dura, Carbonato de cal prismático*).

Este mineral, cuyo nombre le ha sido dado por encontrarse con bastante abundancia en Molina de Aragon, se distingue por cristalizar en el sistema prismático recto y en formas derivadas de él. A veces estos cristales se presentan agrupados ó reunidos de varios modos; en ocasiones se presenta esta sustancia afectando formas cilíndricas, mas ó menos ramificadas y parecidas á vegetales, en cuyo caso se denomina *aragonito coraloideo*, por otros *flos ferri*. Su estructura es fibrosa, compacta y acicular, distinguiéndose en estos dos últimos casos con el nombre de *aragonito fibroso ó acicular*. La fractura es vítrea, y la refraccion doble con dos ejes. Suele presentarse blanco ó con mezcla de varios colores, entre ellos el rojo, el cual es debido sin duda alguna al carbonato de estronciana. Su dureza es algo mayor que la de la caliza, y el peso específico está representado por 2,9. Por la accion del fuego, se convierte en cal viva y se deshace en polvo.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ C^2$ la misma que la caliza de que el aragonito no se diferencia sino por el sistema de cristalizacion; pero todos los análisis han ofrecido un poco de agua y carbonato de estronciana, cuya cantidad es variable.

Variedades. *Aragonito cristalizado.* Se presenta rara vez en prismas romboidales, mas comunmente en prismas de seis ú ocho planos terminados por apuntamientos diedros, algunas veces en octaedros simples ó modificados, rara vez en dodecaedros agudos.

Aragonito maclado. Presenta grupos de dos cristales, ó grupos diferentes de prismas romboidales, que constituyen cristales de seis planos.

Aragonito acicular y cilindroideo. Se presenta en cristales mal conformados, agrupados entre sí, pero aislados por una extremidad.

Aragonito bacilar y fibroso. Se compone de fibras ya paralelas, ya divergentes, ya retorcidas ó entrelazadas.

Aragonito fibroso compacto. Se compone de fibras rectas ó entrelazadas, apenas visibles, constituyendo masas de fractura vítrea y lustre grasiento.

Depósitos. El aragonito no forma masas como la caliza; se encuentra en diferentes depósitos metalíferos y mas comunmente en los de minerales de hierro, ya sea en cristales, ya en forma coraloidea; en Francia, Salzburgo, Sajonia, Hungria, Styria, Escocia, Méjico, etc.; en las hendiduras de las rocas serpentinosas en el Piamonte. Se halla diseminado en las arcillas que acompañan á los yesos de Molina de Aragon, en Minglanilla, y en el departamento de las Landas en Francia, donde forman particularmente grupos de prismas exágonos de diferentes especies. Forma nidos en los basaltos en Auvernia, Sajonia, Bohemia, etc., ó en las calizas fluviátiles, en el primero de estos paises, y por último, llena las hendiduras de algunas tobas basálticas, á las cuales sirve algunas veces de cimento. Tambien se la cita en las lavas del Vesubio del Etna, y de la isla de Borbon.

V ESPECIE.—DOLOMIA.

(*Cal carbonatada magnesifera, Cal carbonatada lenta, Espato perlado, Miemita, Tarandita, Moroquita*).

Es una sustancia que cristaliza en el sistema romboédrico; sus cristales son exfoliables en romboedros de 106°15′ y 73°45′; su peso específico es de 52,859 á 2,878; raya la caliza, y es rayada dificilmente por el aragonito; no se electriza tan fácilmente como la caliza pura; no se hace polvo por la accion del fuego; pero se convierte en cal viva. Se disuelve bastante en frio y sin efervescencia notable en el ácido nítrico; su disolucion precipita por el oxalato de amoniaco y despues por la potasa, aun despues de haber sido tratada por un hidro-sulfato.

Segun lo que hemos hecho notar respecto á la caliza que se mezcla en todas proporciones con el carbonato de magnesia, de hierro, etc., parece muy difícil admitir la existencia de una sal doble formada de carbonato de cal y de magnesia, en proporciones determinadas. Sin embargo, conviene observar que ciertas materias de localidades muy distantes, han dado sensiblemente las mismas relaciones en el análisis; todas las que dan estas relaciones, tienen la propiedad de disolverse lentamente en frio sin efervescencia sensible, y todas las que dan relaciones diferentes en que el carbonato de cal domina, empiezan por hacer una efervescencia viva que se detiene á los pocos instantes, despues de lo cual la disolucion marcha con lentitud. De aquí podria deducirse que existe una composicion determinada de propiedades particulares y con la cual puede haberse mezclado mecánicamente cierta cantidad de carbonato de cal.

Como quiera que sea, se puede establecer la fórmula $Ca\,M\,C^4 = Ca\ C^2 + M\ C^2$ segun los análisis siguientes en que algunas veces se halla reemplazada la magnesia por el protóxido de hierro.

Dolonia de Méjico por Beudant.

Acido carbónico. . . .	47,0
Cal.	30,4
Magnesia.	21,5
Protóxido de hierro. . .	0,9

Dolonia sacaroidea de los Alpes por Berthier.

Acido carbónico. . . .	46,6
Cal.	30
Magnesia.	21
Materia silícea.	2,4

Miemitu de Toscana, por Klaproth.

Carbonato de cal. . . .	53
Carbonato de magnesia. .	42,5
Carbonato de hierro. . .	3

Dolonia ferrífera por el mismo.

Acido carbónico.	41,4
Cal.	27,0
Magnesia..	14,0
Protóxido de hierro. . . .	8,4
Protóxido de manganeso. .	0,2

Otros muchos análisis podriamos citar que presentarian absolutamente los mismos hechos que los anteriores, y por consiguiente justificarian tambien la especie y la fórmula que hemos adoptado; pero no deben pasarse en silencio los que pueden ocasionar algunas dudas, como son los siguiente.

Dolonia secundaria compacta de Hungría, por Beudant.

Carbonato de cal. . . .	59,4
Carbonato de magnesia. .	39,7
Peróxido de hierro. . .	0,9

Caliza romboédrica del Tirol, por Klaproth

Carbonato de cal. . . .	68
Carbonaro de magnesia. .	25,5
Carbonato de hierro. . .	1,0
Agua.	2
Arcilla.	2

Caliza compacta de Gurof por Klaproth.

Carbonato de cal. . . .	70,50
Carbonato de magnesia. .	29,50

Caliza romboédrica de Wermeland, por Klaproth.

Carbonato de cal. . . .	73
Carbonato de magnesia. .	25
Oxido de hierro manganésico.	2,25

Caliza lenticular de Méjico, por Beudanl.

Carbonato de cal. . . .	76,13
Carbonato de magnesia. .	23,87

Estos diferentes análisis nos presentan proporciones muy diferentes de las que en un principio hemos citado. En el primero no se puede ver mas que mezcla, porque no se observa en él proporcion definida; pero como las materias á que se refiere, se hallan en masa, se explicaria bastante fácilmente esta irregularidad, sobre todo en la hipótesis de una transformacion del carbonato calizo por los agentes subterráneos. En efecto, se concederia en este caso una especie de cementacion mas ó menos fuerte, que podria dar variedades infinitas de composicion.

En cuanto á los demás análisis, no sucede enteramente lo mismo; hallándose muchas de las sustancias cristalizadas, no parece casi posible admitir una

transformacion de materias preexistentes, y ademas se reconoce en los números relaciones que parecen indicar composiciones definidas. Asi la caliza romboédrica del Tirol, se refiere á la fórmula 2 $Ca\ C^2+M\ C^2$ y la de Gurof, se le aproxima mucho; la caliza lenticular de Méjico, se referiria á 3 $Ca\ C^2+M\ C^2$; y la caliza romboédrica de Wermeland se le aproximaria igualmente. No se puede, sin embargo, admitir al menos por el presente estas combinaciones como especies; porque es posible que las relaciones que se observan, no sean mas que un accidente en las numerosas variaciones que se conocen. Todas estas circunstancias ocasionan algunas dudas acerca de la constancia de la fórmula $Ca\ C^2+Ma\ C^2$ que hemos adoptado como tipo de especie y podria pensarse que todas las variedades que reunimos aquí, no son mas que calizas magnesíferas. El valor de los ángulos que presentan los romboedros de exfoliacion, no puede dar mayor certidumbre, porque estos ángulos varian como las mezclas, y se hallan constantemente en relacion con ellas.

Variedades. *Dolomia cristalizada.* Se presenta en romboedros, comunmente simples, y algunas veces modificados en sus aristas ó sus ángulos. Estos romboedros son semejantes á los de exfoliacion, y los ángulos que son frecuentemente de 106°15′ y 73°45′ varian, sin embargo, mas ó menos segun que la sustancia contiene mas ó menos carbonato de magnesia ó carbonato de hierro.

Dolomia incrustante. Se presenta en incrustaciones cristalinas muy brillantes, sobre cristales de calizas de diversas formas.

Dolomia doliiforme ó cilindroidea. Se presenta en grupos de cristales mas ó menos distintos bajo la forma de barril, de cilindro, etc.

Dolomia mamelonada ó semi-globular. Es unas veces de testura compacta ó escamosa, otras veces de testura fibrosa.

Dolomia estalactítica. Se presenta en pequeñas estalactitas cilíndricas, lo mas comunmente cubiertas de asperezas cristalinas.

Dolomia globular ó pseudo-poliédrica. Se presenta en glóbulos del grueso de una avellana, agregados, desfigurados por su presion mutua, y presenta groseramente la forma de un cristal; su estructura es fibrosa y radiada.

Depósitos. Ya hemos dicho en otro lugar que la dolomia en capas se encuentra en los terrenos antiguos, en diferentes partes de los terrenos secundarios, y muchas veces en relacion con productos ígneos. Esta sustancia en estado cristalino, se encuentra en los depósitos metalíferos en Méjico, diseminada en filones pequeños en las rocas talcosas, en los Alpes de la Saboya, del Piamonte y del Tirol. La variedad en glóbulo poliédrico, se encuentra en Sirmia en filones pequeños, en medio de las rocas que parecen pertenecer á formaciones de eufólidas.

VI ESPECIE.—GIOBERTITA.

(*Magnesia carbonatada, Magnesita, Cal carbonatada magnesifera, Dolomia, Baldisserita, Walmstedita, Breunerita*).

Es una sustancia que cristaliza en el sistema romboédrico, y sus cristales son exfoliables en romboedros de 107°25′ y 82°35′ en estado de pureza; su peso específico es de 2,56 á 2,28; raya la caliza y es dificilmente rayada por el aragonito; se electriza menos fácilmente que la caliza. No se hace polvo por la accion del fuego; da por la calcinacion una materia que manifiesta poca alcalinidad en el sabor, pero mas con los reactivos. Se disuelve lentamente en frio y con poca efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion precipita poco ó nada por el oxalato de amoniaco, pero mas por la potasa aun despues de haber sido tratada por un hidrosulfato.

Su composicion se expresa por la fórmula $M\ C^2$ segun los análisis siguientes:

Giobertita de Beaumgartem por Stromeyer.

Acido carbónico.	50,75
Magnesia.	47,63
Oxido de manganeso.	0,21
Agua.	1,40

Giobertita de Brubschiz por Bucholz.

Acido carbónico.	51.
Magnesia.	46,59
Cal.	0,16
Oxido de manganeso.	0,25
Arcilla.	1,00
Agua.	1,00

Giobertita negra de Salzburg por Berthier.

Acido carbónico.	50,6
Magnesia.	44,5
Protóxido de hierro.	4,9
Betun.	indicios.

Giobertita (Walmstedita) de Harz por Walmetdt.

Acido carbónico.	48,58
Magnesia.	40,84
Oxido de hierro.	6,16
Oxido de manganeso.	1,99
Sílice.	0,30
Agua.	10,51

Estos análisis nos hacen ver que las giobertitas compactas se encuentran frecuentemente mezcladas con materias extrañas, y sobre todo con magnesita, lo que es muy fácil de concebir, pues que estas sustancias se encuentran juntas; se ve asimismo que el protóxido de hierro y el protóxido de manganeso reemplazan á la magnesia, pero que la cal es rara, y en muy pequeña cantidad. El último análisis nos presenta una circunstancia particular, y es la gran cantidad de agua que contiene: si no se considera esta agua como higrométrica, se tendrá la fórmula $2MC^2+Aq$, la que pareceria indicar una especie particular.

Variedades. *Giobertita cristalizada.* Se presenta en romboedros simples implantados en rocas talcosas ó en la sustancia que se designa bajo el nombre de cuero fósil.

Giobertita laminar. Se presenta en masa cristalina laminar, negra, en el país de Salzburg, analizada por Berthiers.

Giobertita compacta. Se presenta en granos muy pequeños y muy apretados, de fractura concoidea ó de estructura floja y terrosa.

Giobertita terrosa. Se presenta en masa mal agregada, y que se reduce fácilmente á materias terrosas.

Depósitos. La giobertita se encuentra diseminada en cristales en las materias magnesianas como en los Alpes del Piamonte y del Tirol, ó en filones en las rocas serpentinosas, donde acompaña muchas veces á la magnesita, como en el Piamonte y en Moravia.

VII ESPECIE.—SIDEROSA.

(*Carbonato de hierro; Hierro carbonatado, Cal carbonatada ferrífera, Hierro oxidado carbonatado, Hierro espático, Esferosiderita, Mina de acero*).

Esta sustancia cristaliza en el sistema romboédrico y sus cristales son exfoliables en romboedros de 107° y 73°, cuando la materia es pura; su peso específico

es de 3 á 3,8; raya la caliza y es rayada por el aragonito; se electriza difícilmente; no se hace polvo al fuego y da por calcinacion una materia negra ó roja, fusible en glóbulos atraibles por el iman; se disuelve lentamente en frio sin efervescencia sensible y con una viva efervescencia en caliente; en disolucion precipita en abundancia por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y poco ó nada por los demás reactivos.

Su composicion es la que expresa la fórmula $f C^2$ mas ó menos mezclada con carbonato de cal de magnesia, de manganeso, etc. Entre sus análisis se pueden citar como mas importantes los siguientes:

Siderosa en prisma exaedro de Inglaterra por Beudant.

Acido carbónico.	38,72
Protóxido de hierro.	59,97
Protóxido de manganeso. . . .	0,39
Cal.	0,92

Siderosa en riñones de Rancié por Berthier.

Acido carbónico.	39,2
Protóxido de hierro.	53,5
Protóxido de manganeso. . . .	6,5
Magnesia.	0,7

Siderosa laminar de Baigory por Berthier.

Acido carbónico.	41,0
Protóxido de hierro.	53,0
Protóxido de manganeso. . . .	0,6
Magnesia.	5,4

Siderosa laminar de Bogotá por Berthier.

Acido carbónico.	38,7
Protóxido de hierro.	53,0
Protóxido de manganeso. . . .	0,8
Magnesia.	4,5
Cal.	1,0

VARIEDADES. *Siderosa cristalizada.* Se presenta lo mas comunmente en romboedros semejantes á los de exfoliacion, casi siempre simple; rara vez en romboedros agudos, algunas veces en prismas exágonos.

Siderosa lenticular. Se presenta en romboedros obtusos obliterados por la redondez de las aristas y de las caras; unas veces aislados, otras agrupados, y constituye la variedad que se ha llamado algunas veces *cresta de gallo.*

Siderosa reniforme. Se presenta en riñones mas ó menos gruesos, implantados en las arcillas esquistosas, los grés ullíferos y algunas veces en la ulla.

Siderosa mamelonada (Esferosiderita). Se presenta en mamelones en las cavidades de los basaltos.

Siderosa fitoidea. Se presenta bajo la forma de plantas, que se parecen á los hongos, licopodios, y á las equisetáceas: se encuentra en los depósitos de terrenos ullíferos.

Siderosa seudo-poliédrica. Se presenta en cantos de formas diversas, que son en apariencia regulares, y son producidos por contraccion.

Siderosa laminar. Se presenta unas veces en grandes láminas, otras en pequeñas.

Siderosa granular. Está compuesta de granos irregulares y muy semejantes á un grés.

Siderosa oolítica. Esta variedad es enteramente semejante á la que se llama mineral de hierro en granos.

Siderosa compacta. Se encuentra en capas ó en riñones en los depósitos ullíferos mas ó menos mezclados con materias extrañas.

Siderosa térrea. Se encuentra en el mismo depósito que la variedad compacta.

Siderosa descompuesta. Se halla mas ó menos alterada y reducida en todo ó en parte al estado de peróxido de hierro. Estas descomposiciones no pueden ser colocadas aquí sino por memoria, y pertenecen á la especie peróxida de hierro.

Los colores son el blanco amarillento, el amarillo mas ó menos oscuro, el rojizo, frecuentemente el rojo de ocre, pero solo en la superficie donde procede de la descomposicion.

DEPÓSITOS. El carbonato de hierro cristalizado ó lenticular se encuentra en los filones metálicos de distintos géneros, y algunas localidades presentan muy hermosos grupos, como ciertos lugares del Piamonte y de Inglaterra. Las variedades mamelonadas pertenecen particularmente á los terrenos de basalto, de amigdalitas de diferentes épocas, y se hallan en casi todas las localidades donde se encuentran estos depósitos. Las demás variedades de formas pertenecen casi todas á los terrenos secundarios.

Las variedades laminosas que se encuentran accidentalmente con las variedades cristalinas; las variedades compactas ú oolíticas, constituyen depósitos considerables, filones, masas, capas, en las diferentes especies de formacion. En otro lugar hemos hecho notar que las primeras pertenecen á los terrenos primitivos, y las otras á los terrenos secundarios y particularmente á los terrenos ullíferos, en que el carbonato litoideo forma capas extensas ó series de riñones cuyo conjunto constituye capas. Esta variedad presenta como los grés ullíferos, restos de plantas de diferentes especies que han pasado al estado de carbonato de hierro. Las variedades oolíticas se encuentran algunas veces en partículas en el terreno ullífero, pero particularmente en los depósitos de la época de la caliza jurásica como lo ha observado Berthier. Algunas veces es carbonato puro, pero comunmente este carbonato se halla mas ó menos mezclado con hidróxido de hierro.

USOS. El carbonato de hierro es un mineral importante para la preparacion del hierro. Desde tiempo inmemorial, se han usado las variedades espáticas, pero despues con el mismo éxito las variedades litoideas que en un principio eran desconocidas, y que son las únicas que se usan en Inglaterra. Esta especie de mineral de hierro es particularmente propia para el tratamiento llamado á la Catalana, que no exige mas que hornos de pequeña dimension, pero costosos y por cuyo medio se obtiene inmediatamente hierro sin fundirlo al principio.

VIII ESPECIE.—DIALOGITA.

(*Carbonato de manganeso, Manganeso oxidado carbonatado, Cal carbonatada manganesifera, Rodocrosita*).

Es una sustancia que cristaliza en el sistema romboédrico; sus cristales son exfoliables paralelamente á las caras de un romboedro de unos 103°; su peso específico es de 3,2 á 3,592; es rayada por el aragonito; su color frecuentemente de rosa; da un producto verde de muy pronunciado por la fusion con el carbonato de sosa; es soluble con poca efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion evaporada hasta sequedad, redisuelta en agua y tratada por el suanata, de amoniaco da por el hidrocianato ferruginoso de potasa un precipitado blanco abundante que forma asimismo un producto verde por la fusion con la sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $mn\ C^2$ mas ó menos mezclada con carbonato de hierro, de cal y de magnesia. Entre los análisis que se han hecho de esta sustancia citaremos los dos siguientes como mas notables:

Dialogita de Freyberg por Berthier.

Acido carbónico.	38,7
Protóxido de manganeso. . . .	51,0

Protóxido de hierro.	4,5
Cal.	5,0
Magnesia.	0,8

Dialogita parda de Bohemia por Descotils.

Acido carbónico.	35,60
Protóxido de manganeso. . . .	48,27
Protóxido de hierro.	8,00
Cal.	2,40
Rodonita.	8,73

Se ve por estos análisis que la dialogita se halla mezclada con materias extrañas; por una parte diferentes carbonatos, por otra bisilicato de manganeso. Las variedades que han sido objeto de estos dos análisis podrian indicar sales dobles de la fórmula $4mn\ C^2+(f,\ Ca,\ M)\ C^2$; pero un análisis hecho por Beudant y que ha producido:

Acido carbónico.	41,43
Protóxido de manganeso. . . .	22,80
Cal.	35,77

daria una fórmula contraria $mn\ C^2+2Ca\ b^2$, y esta multiplicidad de fórmula parece indicar aquí como en las otras especies que hay simplemente mezcla de diversos carbonatos, que algunas veces se encuentran accidentalmente en proporciones definidas.

Variedades. *Dialogita cristalizada*. Se presenta en romboedros, en dodecaedros de triángulos escalenos, cuyos ángulos es difícil medir porque las caras son redondeadas y los cristales estan agrupados.

Dialogita laminosa. Se presenta en láminas mas ó ménos grandes, algunas veces entremezcladas con cuarzo.

Dialogita compacta. Se halla siempre mezclada con silicato de manganeso. Su color mas ordinario es el de rosa mas ó menos intenso; pero hay tambien variedades blancas, amarillentas y pardas.

Depositos. La dialogita es una materia que forma filones, poco abundante, que solo se ha encontrado hasta ahora en algunas localidades de Sajonia y Hungría.

IX ESPECIE.—CARBOCERINA.

(*Carbonato de cerio*).

Esta sustancia ha sido indicada por Berzelius y representada por la fórmula $Ce\ C^2$, pero sus caracteres y depósitos no se citan.

Se reconocerá la presencia del cerio, en que la disolucion da por el oxalato de amoniaco un precipitado que se vuelve pardo por la calcinacion y que forma con el bórax un vidrio rojo ó anaranjado oscuro cuando está caliente, y que por el enfriamiento se vuelve amarillo.

X ESPECIE.—SMITSONITA.

(*Zinc carbonatado, Zinc oxidado, Calamina*).

Es una sustancia que cristaliza en el sistema romboédrico, y sus cristalés son exfoliables en romboedros obtusos de 107° 40′ y 72° 20′; su peso específico es de 3,60 á 4,44; raya el aragonito y es rayada por el apatito; da por calcinacion sobre el carbon un lustre bastante vivo y un humo blanco que se deposita alrededor de la pieza de ensayo. Es soluble con eferves-cencia en el ácido nítrico; su disolucion da por el amoniaco un precipitado blanco que se redisuelve en un exceso de álcali.

Su composicion se espresa por la fórmula $Zn\ C^2$ rara vez mezclada con materias extrañas: sus análisis mas notables son los siguientes:

Análisis de Smithson.

Acido carbónico.	35,2
Oxido de zinc.	64,8

Análisis de John.

Acido carbónico.	36
Oxido de zinc.	62,50

Variedades. *Smitsonita cristalizada.* Se presenta en pequeños romboedros agudos, ó en dodecaedros de triángulos escalenos poco susceptibles de medidas.

Smitsonita estalactitica. Se encuentra en estalactitas poco voluminosas ó en concreciones estalactíticas.

Smitsonita seudomórfica. Se presenta en carbonato de cal cristalizado y lenticular. Estas pretendidas pseudomorfosis son quizá simplemente cristales de carbonato de zinc.

Smitsonita cuprífera. (Mina de laton.) Se halla coloreada de azul ó verdoso por el carbonato de cobre.

Los colores ordinarios son el blanco y el amarillento.

El carbonato de zinc, de que tratamos, ha sido por mucho tiempo confundido con el silicato bajo el nombre de calamina, y Smithson es el que ha hecho la distincion. Habiendo conservado el nombre de calamina al silicato, ha sido necesario formar una denominacion particular para el carbonato, tanto mas cuanto la expresion química es insuficiente porque existen dos especies de la misma base. El nombre de smitsonnita, que recuerda el de un sabio á quien se debedescubrimientos importantes se ha aceptado sin duda por todos los mineralogistas.

Depositos y usos. Las esmitsonitas cristalizadas, estalactíticas y fibrosas se encuentran en diferentes criaderos metalíferos: en los Pirineos, en Inglaterra, Carintia, Banato, Siberia, etc.; pero las variedades compactas forman capas mas ó menos considerables en los terrenos secundarios donde acompañan frecuentemente á la calamina, como hemos indicado en otro lugar.

Esta sustancia se explota con la calamina, ya para la preparacion del laton, ya para la del zinc mismo que hoy se usa frecuentemente en las artes.

XI ESPECIE.—ZINCONISA.

(*Calamita terrea, Flor de zinc*).

Es una sustancia terrosa ó pulverulenta, cuyo peso específico es 3, 59 que da agua por la calcinacion y en lo demás obra como la esmitsonita.

Esta sustancia es un carbonato de zinc, formado de dos átomos de óxido y uno de ácido con hidrato de zinc segun los análisis siguientes de la variedad sacada de Bleiberg en Carintia.

Análisis de Smithson.

Acido carbónico.	13,50
Oxido de zinc.	71,40
Agua.	15,10

Análisis de Berthier.

Acido carbónico. . . .	13
Oxido de zinc.	67
Agua.	20

El primer análisis daria la fórmula 3 $Z\ C+Z\ Aq^1$; la segunda daria 3 $Z\ C+Z\ Aq^5$. Las dos son irregulares porque el oxígeno del agua no es múltiple del

oxígeno del ácido. Sin duda por esta razon Berzelius ha admitido la fórmula $3\ Z\ C + Z\ Aq^3$; pero se estaria mas cerca del último análisis admitiendo $3\ Z\ C + Z\ Aq^6$. Conviene sin embargo observar que Berthier precipitando una disolucion de zinc por carbonato de potasa saturado, ha obtenido una sustancia que contenia

Acido carbónico.	13,50
Oxido de zinc.	67
Agua.	19,50

resultado enteramente semejante al del segundo análisis y que pareceria por consiguiente confirmar la fórmula que de ella hemos deducido.

Como quiera que sea, se ve que la cantidad de ácido carbónico es tal que es imposible deducir de ella la fórmula $Z\ C^2$ y que no se puede formar mas que $Z\ C$ primera diferencia con la smittsonita. Por otra parte queda óxido de zinc y agua, y por consiguiente un hidrato de zinc, cuyo órden quizá no está rigorosamente determinado, pero cuya cantidad parece hallarse en proporcion definida.

Resulta de aquí que esta materia no tiene analogía alguna con la srnitsonita y que es indispensable hacer de ella una especie particular.

Esta especie de carbonato de zinc no se ha encontrado hasta ahora de una manera patente mas que en pequeñas masas terrosas en las minas de plomo de Bleiberg en Carintia.

XII ESPECIE —WITERITA.

(*Barita carbonatada, Carbonato de barita, Barolita*).

Este mineral es una sustancia blanca, que cristaliza en el sistema pismático rectangular recto; sus cristales se derivan de un prisma romboidal de 118° 57′ y 61° 3′; su peso específico es 4, 29; produce en la mano la sensacion de un peso mucho mayor que los carbonatos anteriores; raya la caliza, y es rayada por el espato fluor; su polvo es fosforescente sobre un carbon encendido; da una materia ligeramente caústica por la calcinacion; es soluble lentamente con efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion precipita abundantemente por el ácido sulfúrico ó un sulfato aunque esté muy dilatada; no precipita por una barra de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ba\ C^2$ segun los análisis siguientes:

Witerita de Inglaterra por Beudant.

Acido carbónico. . . .	22,5
Barita.	77,1
Cal.	0,4

Witerita de Estiria por Klaproth.

Acido carbónico. . . .	22
Barita.	78

Estos análisis indican la relacion que hemos adoptado para la fórmula; otras manifiestan que la sustancia se halla algunas veces mezclada con materias extrañas.

Variedades. *Witerita cristalizada.* Es bastante rara; se presenta en prismas de base exágona, alguna vez simples, pero que comunmente muestran facetas de prismas romboidales secundarios, ó bien facetas anulares, ó en fin una pirámide; algunas veces forma cristales simples en dodecaedros de triángulos isósceles.

Witerita acicular. Forma cristales muy finos y brillantes.

Witerita fibrosa. Se compone de fibras divergentes muy finas y apretadas unas contra otras.

Witerita compacta. Las mas veces no es sino una variedad extremada de la anterior.

El lustre es casi siempre grasiento en las variedades fibrosas y compactas; el mismo lustre se presenta en las cristalinas opacas.

Depósitos. La witerita es una sustancia que forma filones y se encuentra particularmente en las minas de plomo acompañada de todas las sustancias que contienen estos depósitos. Es mas comun en Inglaterra que en cualquier otra comarca; pero se encuentra tambien en Estiria, en Salzburgo, en Siberia y aun en Sicilia.

Usos. Esta sustancia no se ha usado hasta ahora, cuando se puede adquirir, sino para preparar las sales de barita de que se hace uso en los laboratorios.

XIII ESPECIE.—BARITOCALCITA.

Es una sustancia que cristaliza en prisma oblicua de bases romboidales de 106° 54′ y 73° 6′ cuya base está indicada sobre los planos 102° 54′ segun Brooke; su peso específico es 3, 56; raya la caliza y es rayado por el apatito; da una materia caústica por la calcinacion; es soluble con efervescencia en el ácido nítrico. Su disolucion aunque esté dilatada precipita inmediatamente por el ácido sulfúrico ó un sulfato, y en seguida con el oxalato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ba\ C^2 + Ca\ C^2$ segun el análisis de Children que ha dado

Carbonato de barita. . .	65,9
Carbonato de cal. . . .	33,6

Esta sustancia no ha sido hallada aun sino en Alstone Moor, en el condado de Durham.

XIV ESPECIE.—ESTRONCIANITA.

(*Carbonato de estronciana, Estronciana carbonatada*).

Esta sustancia cristaliza en el sistema prismático rectangular recto; sus cristales se derivan de un prisma romboidal de 117° 32′ y 62° 28′; su peso específico es 3, 65; raya la caliza y es rayada por el espato fluor: su polvo es fosforescente sobre un carbon encendido; da una materia ligeramente cáustica por la calcinacion; es soluble con efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion deja de precipitar por el ácido sulfúrico ó un sulfato cuando está muy diluida; no precipita por una lámina de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $Sr\ C^2$ mas ó menos mezclada con carbonato de cal y de manganeso.

Estroncianita de Braunsdorff por Stromeyer.

Acido carbónico. . . .	29,9452
Estronciana. . . .	67,5178
Cal.	1,2800
Oxido de manganeso. .	0,0912
Agua.	0,0727

Estroncianita de Escocia por el mismo.

Acido carbónico. . . .	30,3100
Estronciana. . . .	65,6026
Cal.	3,4713
Oxido de manganeso. .	0,0680
Agua.	0,0753

Variedades. *Estroncianita cristalizada.* Es rara; se presenta en pequeños prismas exagonales simples ó modificados sobre las aristas de las bases.

Estroncianita acicular. Se presenta en pequeñas puntas cristalinas muy delgadas.

Estroncianita fibrosa. Se presenta en fibras diver-

gentes, finas, mas ó menos agregadas, y formando una masa lo mas comunmente de un tinte verdoso.

La estroncianita es tambien una materia de filon, que se ha encontrado particulármente en Stronthian en Escocia, Braunsdorff en Sajonia, y Leogang en Sálzburgo.

XV ESPECIE.—CERUSA.

(*Plomo carbonatado, Plomo blanco, Cerusa nativa, Bleiglas, Minio nativo*).

Esta sustancia cristaliza en el sistema prismático rectangular recto; sus cristales se derivan de un prisma romboidad de 117° y 63°; su peso específico es 6, 729; raya difícilmente la caliza, es muy frágil; presenta un brillo muy vivo y adamantino en los cristales; se reduce fácilmente al soplete sobre el carbon; es soluble con efervescencia en el ácido nítrico; su disolucion deja precipitar láminas brillantes metálicas sobre una lámina de zinc.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Pb\ C^2$ mas ó menos mezclada con materias extrañas. Sus principales análisis dan los resultados siguientes:

Cerusa de Leadhill por Klaproth.

Acido carbónico. . . .	16
Protóxido de plomo. . .	82
Agua y pérdida.	2

Cerusa de Nertschinsk por John.

Acido carbónico. . . .	15,5
Protóxido de plomo. . .	84,5

Cerusa térrea de Eschweiller, por John.

Acido carbónico. . . .	14,25
Protóxido de plomo. . .	69,75
Oxido de hierro. . . .	0,25
Materias insolubles. . .	14,25
Agua y pérdida. . . .	1,50

Cerusa de Zellerfeld, por Westrumb.

Acido carbónico. . . .	16
Protóxido de plomo. . .	81,2
Cal.	0,9
Oxido de hierro. . . .	0,3
Agua y pérdida. . . .	1,6

Todos estos análisis dan sensiblemente las relaciones indicadas; pero se ve que las variedades térreas estan muy mezcladas con materias extrañas que constituyen casi las tres quintas partes de la masa.

Variedades. *Cerusa cristalizada.* Se presenta en cristales frecuentemente muy brillantes; en tablas bucladas en los bordes y modificadas de diversas maneras; en prismas exágonos simples ó modificados en las aristas de las bases, ó terminados por pirámides; en dodecaedros de triángulos isósceles ó en octaedros de diferentes especies.

Cerusa maclada. Se presenta en cristales agrupados por los planos de los prismas romboidales, presentando grupos bastante semejantes á los del aragonito y ordinariamente terminados por aristas de pirámides.

Cerusa compacta. Algunas veces está formada por variedades de cerusa fibrosa; pero se encuentran tambien en este estado, materias térreas mas ó menos sólidas que contienen sustancias extrañas.

Depósitos. La cerusa nunca forma depósitos por sí sola, es una materia en filones que se encuentra particularmente en los depósitos de galena. No se pueden citar localidades particulares porque se encuentra en todas partes. Los mejores ejemplares proceden de Inglaterra, Escocia, Siberia y algunos puntos de Francia. En España existe en las minas de Linares.

Estas materias son tratadas como la galena, para la preparacion del plomo.

XVI ESPECIE.—LEADILLITA.

(*Plomo carbonatado romboedrico, Plomo sulfo-carbonatado*).

Es una sustancia cristalina, cuyos cristales se derivan de un romboedro agudo de 72° 30′ y 107° 30′; su peso específico es de 6, 3 á 6, 5; es rayada por la caliza; se reduce al soplete sobre el carbon; es soluble con efervescencia en el ácido nítrico, dejando un residuo que presenta los caracteres del sulfato de plomo; su disolucion precipita en laminillas metálicas sobre una lámina de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $3\ Pb\ C^2 + Pb\ Su^3$ segun los análisis siguientes:

Análisis de Brooke.

Carbonato de plomo. . .	72,5
Sulfato de plomo. . . .	27,5

Análisis de Stromeyer.

Carbonato de plomo. . .	72,7
Sulfato de plomo. . . .	27,3

Se presenta en cristales pequeños, verdosos, amarillentos, ó parduzcos, en que domina el romboedro ya simple ya modificado de diferentes maneras.

Esta sustancia se encuentra en Leadhills en el condado de Lamark en Escocia acompañada de fosfato de plomo amarillento, en agujas pequeñas.

XVII ESPECIE.—LANARKITA.

(*Plomo carbonatado romboedrico, Sulfato-carbonato de plomo, Plomo sulfo-carbonatado*).

Es una sustancia cristalizada, cuyos cristales se deriban de un prisma recto romboidal de unos 120° 45′ y 59° 15′; su peso específico, es de 6, 8 á 7, 0; es rayada por la caliza; se reduce al soplete sobre el carbon; es soluble con una débil efervescencia en el ácido nítrico, dejando un residuo, que presenta los caracteres del sulfato de plomo; su disolucion precipita hojillas metálicas sobre una lámina de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $Pb\ C^2 + Pb\ Su^3$ segun el análisis de Brooke que ha dado los resultados siguientes:

Carbonato de plomo . . .	46,9
Sulfato de plomo. . . .	53,1

Se presenta en prismas blanquecinos ó agrisados, azulados, verdosos, acompañando al fosfato de plomo de Leadhills en Escocia.

XVIII ESPECIE.—CALEDONITA.

Es una sustancia cristalina, en prismas romboidales de 95° y 85° próximamente; su peso específico es 6, 4; raya la caliza; es de color verdoso que pasa al azulado; se reduce al soplete sobre el carbon; es soluble con una débil efervescencia en el ácido nítrico dejando un resíduo que presenta los caracteres del sulfato de plomo; su disolucion se vuelve azul por la accion del amoniaco, da hojillas de plomo sobre una lámina de zinc y al mismo tiempo un precipitado cuproso.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu\ C^2 + 2\ Pb\ C^2 + 3\ Pb\ Su^2$ segun el siguiente análisis de Brooke:

Carbonato de plomo. . .	32,8
Carbonato de cobre. . .	11,4
Sulfato de plomo. . . .	55,8

Se podria quizá transformar la expresion precedente en $(Pb, Cu)^2 + P\ Su^3$ y por consiguiente referir esta sustancia á la especie lanarkita; pero no se puede hacer adaptarse las formas entre sí. No se encuentra mas facilidad en la comparacion de esta sustancia con el sulfato de plomo, y de aquí parece resultar que se debe formar una especie distinta.

Se conocen pocas formas de esta sustancia y estas son tablas rectangulares, romboidales, exagonales, modificadas de diferentes maneras y por lo general diferentemente del carbonato y del sulfato de plomo.

Depósitos. Esta materia se encuentra tambien en las especies anteriores; los cristales que presenta, son prismas rectangulares modificados en todas sus aristas, con caras cuyas inclinaciones no se encuentran en el carbonato de plomo ni en el sulfato.

Observaciones. Muchos han sostenido la opinion de que la leadillita es á la cerusa, lo que el aragonito á la caliza; es decir el mismo carbonato bajo dos formas diferentes considerando entonces el sulfato de plomo como accidental; pero cuando se ve esta sal en tan gran cantidad, cuando dos análisis de autores diferentes la presentan en las mismas proporciones, y estas proporciones, dan relaciones definidas, es muy difícil dejar de admitir la existencia de una sal doble, lo cùal acaba de establecer la sustancia como especie distinta, puesto que hay aun mismo tiempo diferencia de forma y diferencia de composicion.

En cuanto á la especie lanarkita tampoco se la puede confundir con otra alguna; su forma no pertenece ni al sulfato, ni al carbonato de plomo, y no se podria referir en todo caso mas que á la leadillita considerando las dos sustancias como cristalizables en prisma oblicuo romboidal; pero la simetria de las modificaciones apenas permite referir las formas de la leadillita á otro sistema que al romboédrico, y la lanarkita por el contrario se separa de él. Por otra parte las proporciones de las dos sales son diferentes en una y otra especie, de manera que es bien verosímil que esta última sea una especie particular.

Finalmente, la caledonita se halla tambien en el mismo caso; las formas no pueden referirse á la de las especies anteriores, ni á las del sulfato de plomo, porque los ángulos son intermediarios á los que existen en estas sustancias, de donde resulta que es necesario admitir dimensiones diferentes en la forma tipo de que se pueden hacer derivar todas las demás. Por último, las partes componentes se hallan tambien en proporciones definidas y diferentes de todo lo que existe.

Con arreglo á estas consideraciones, ha sido imposible dejar de establecer estas tres materias como especies distintas, denominando la una *leadillita*, del nombre del lugar en que se encuentran las tres; la otra *lanarkita*, porque esta localidad forma parte del condado de Lanark, y á la tercera, en fin, *caledonita* del antiguo nombre de Escocia.

XIX ESPECIE.—MISORINA.

(*Carbonato de cobre anhidro*).

Es una sustancia de color pardo-negruzco cuando se halla pura, pero generalmente manchada de verde, rojo y pardo, por efecto de las mezclas de malaquita y peróxido de hierro, de fractura concóidea, blanda, y que se deja cortar por el cuchillo; su peso específico es 2,620; no da agua por la calcinacion; es soluble en los ácidos con depósito de materia insoluble roja, si es impura; su disolucion precipita cobre sobre una lámina de hierro.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu\ C$, segun el análisis siguiente que se debe á Thompson.

Acido carbónico	16,70
Deutóxido de cobre. . . .	60,75
Peróxido de hierro. . . .	19,50
Sílice.	2,10
Pérdida.	0,95

Esta materia, muy rara en las colecciones, ha sido observada en la península del Indostan, cerca de la frontera oriental del país de Mychore; se asegura que se encuentra en nidos en rocas antiguas.

Conviene advertir que la malaquita compacta, perdiendo su agua por un calor suave, adquiere caracteres exteriores muy semejantes á los de esta sustancia, la cual quizá procede de una descomposicion semejante.

XX ESPECIE.—MALAQUITA.

(*Cobre carbonatado verde, Verde de montaña, Ceniza verde, Cobre hidro silíceo cristalizado*).

Esta sustancia es verde, y cristaliza en prismas rectos romboidales de unos 103° á 77°; su peso específico es 3,35, raya la caliza, y es rayada por el espato fluor; da agua por la calcinacion, y se ennegrece; su disolucion precipita cobre sobre una lámina de hierro.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu^2\ C^2\ Aq = 2\ Cu\ C + Aq$; sus principales análisis son los resultados siguientes:

Malaquita de Siberia por Klaproth.

Acido carbónico. . . .	20,5
Deutóxido de cobre. . .	71,7
Agua.	7,8

Malaquita de Chessy, por Phillips.

Acido carbónico. . . .	18,5
Deutóxido de cobre. . .	72,2
Agua.	9,3

Malaquita terrosa de Siberia, por Beudant.

Acido carbónico. . . .	7,3
Deutóxido de cobre. .	25,2
Agua.	3,2
Materias insolubles. . .	64,4

Malaquita de Siberia, por Vauquelin.

Acido carbónico. . . .	21,25
Deutóxido de cobre. . .	70,10
Agua.	8,65

Variedades. *Malaquita cristalizada.* Se presenta en prismas romboidales, de vértices diedros, simples, ó modificados en las aristas laterales.

Malaquita pseudomórfica. Se presenta en cubo, en octaedro, en dodecaedro romboidal, cuando procede de la descomposicion del protóxido de hierro, en prismas romboidales oblícuos diversamente modificados, cuando procede de la descomposicion de la azurita. En las primeras pseudomorfosis, la materia es térrea; en la segunda los cristales son fibrosos al exterior, y presentan fibras divergentes de diferentes centros.

Malaquita acicular. Se presenta en pequeños cristales, que cubren diversas materias.

Malaquita mamelonada, estalactítica, estalagmitica. Presentan masas concrecionadas, unas veces llenas y cristalinas, otras sestáceas ó compuestas de capas terrosas, frecuentemente separadas unas de otras,

y constituyendo lo que algunas veces se ha designado con el nombre de *Malaquita escoriácea*.

Malaquita fibrosa. Forma fibras rectas, paralelas, divergentes ó entrelazadas.

Malaquita compacta. Es una variedad extremadamente fina de la malaquita fibrosa, ó modificacion de la variedad térrea con mas solidez.

Malaquita térrea. Es algunas veces pura; pero comunmente se halla mezclada con materias arenosas.

El color general es verde, pero cambia considerablemente de matices en las variedades que no son cristalinas: estas presentan un color verde-prado muy brillante.

DEPÓSITOS. La malaquita es ordinariamente una materia subordinada á los depósitos metalíferos, y particularmente á los minerales de cobre, donde forma unas veces barnices cristalinos en las variedades, y otras pequeños depósitos concrecionados. Las variedades térreas se hallan frecuentemente mezcladas con materias arenosas y arcillosas de la base de los terrenos secundarios, y tambien en medio de ellas se encuentran las modificaciones compactas de esta variedad.

Esta sustancia se encuentra en casi todas partes, pero los mejores ejemplares proceden de las minas de los Montes Urales, de Siberia, y del Banato; existe ademas en el Tirol, en Sajonia en Bohemia y en Inglaterra. En España se encuentra en las minas de Linares y de Rio-Tinto.

La malaquita, cuando es abundante en el laboreo de las minas, se echa en los hornos con los demás minerales para la preparacion del cobre; pero aun se sacaria mejor partido para la preparacion del sulfato de cobre. Las variedades fibrosas sólidas son empleadas, como hemos dicho, para objetos de adorno, que se componen de piezas de valor, y que son de un bello efecto.

XXI ESPECIE.—AZURITA.

(*Cobre carbonatado azul, Cobre azulado, Azul de cobre, Azul de montaña, Cobre azul, Piedra de Armenia, Kupferlazur.*

Es una sustancia azulada, que cristaliza en prismas oblicuos romboidales, de 98°50′ y 81°10′, cuya base está inclinada sobre los planos unos 91°30′ y 88°35′; su peso específico es de 3, á 3, 83; raya la caliza, y es rayada por el espato fluor; da agua por la calcinacion y se ennegrece: su disolucion precipita cobre sobre una lámina de hierro.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu^3\ C^4\ Aq = 2\ Cu\ C^2 + Cu\ Aq$. Los principales análisis que se han hecho de ella, han dado los resultados siguientes:

Azurita de Chessy, por Phillips.

Acido carbónico.	25,46
Deutóxido de cobre.	69,08
Agua.	5,46

Azurita de Siberia, por Klaproth.

Acido carbónico	24
Deutóxido de cobre. . . .	70
Agua.	6

VARIEDADES. *Azurita cristalizada*. Se presenta en prismas oblicuos, simples ó modificados de diferentes maneras sobre las aristas y sobre los ángulos.

Azurita globulosa. Está formada de cristales aglomerados en bolas, y que presentan sus puntas en la parte exterior.

Azurita fibrosa. Comunmente se compone de fibras gruesas y divergentes, y suelen ser fragmentos de la variedad globulosa.

Azurita compacta. (Piedra de Armenia). Es de una compacidad térrea, y se halla mezclada con materias extrañas.

DEPÓSITOS. La azurita es tambien por lo general una materia subordinada á los depósitos metalíferos, y principalmente á los de minerales de cobre; sin embargo, forma depósitos bastante considerables, donde suele ser la parte dominante en la formacion del grés rojo, donde va acompañada de protóxido de cobre, y algunas veces de malaquita. Se encuentra en un gran número de lugares, pero las localidades que han dado mejores ejemplares, son las minas de Chessy y del Banato.

En las localidades en que esta sustancia es abundante, se usa para la preparacion del cobre; pero es mejor usarla para la preparacion del sulfato de dicho metal, como se hace actualmente en Chessy.

APÉNDICE AL GENERO CARBONATO. CARBONATO DE PLATA. Selb encontró en 1778, en una mina del país de Baden, una sustancia de color gris ceniciento, fácil de cortar con el cuchillo, que adquiria brillo en la cortadura, y se reducia fácilmente al soplete, y que daba por el análisis los principios siguientes:

Acido carbónico.	12
Oxido de plata.	72
Oxido de antimonio con indicios de óxido de cobre.	15,5

Este seria, por consiguiente, un carbonato de plata, de la fórmula $Aq\ C^2$, que se podria considerar como mezclado con un antimoniato de plata.

Esta sustancia interesante, que seria la indicacion de dos especies minerales, no se ha encontrado despues, de manera que no se ha podido examinarla de neuvo, y es sumamente rara en las colecciones. Estaba en una ganga de sulfato de barita, y se hallaba acompañada de plata, sulfuro de plata, sulfuro de plomo, y cobre gris.

CARBONATO DE BISMUTO. Esta es una sustancia térrea, análoga, segun parece, á la esteatita, procedente de Santa Inés en Cornwall, con un peso específico de 4,31, y compuesta segun Macgregor, de los principios siguientes:

Acido carbónico.	51,30
Oxido de bismuto. . . .	28,80
Oxido de hierro.	2,10
Alúmina.	7,50
Silice.	6,70
Agua.	3,60

Este análisis da un resultado singularísimo que no puede referirse á ninguna ley de combinacion conocida; indica 18 átomos de ácido carbónico con uno de óxido de bismuto. Es probable que haya en esto un grande error, y por consiguiente la especie es muy dudosa.

FAMILIA DE LOS HIDROGENIDOS.

Esta familia comprende cuerpos gaseosos, inodoros que dan agua por la combustion, ó líquidos que dan hidrógeno por la accion de una aleacion de potasio, ó por la accion del hierro, zinc etc., con el ácido sulfúrico; ó finalmente, sólidos y que dan agua por la calcinacion en un tubo.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—HIDRÓGENO.

El hidrógeno es un cuerpo gaseoso, incoloro, combustible, y que da agua pura por la calcinacion; su peso específico es 0,0688.

Es uno de los cuerpos simples de la química.

Depósitos. El gas hidrógeno puro es bastante raro en la naturaleza; pero se desprende en abundancia en los fenómenos volcánicos y arde casi al momento por la elevacion de temperatura y el contacto del aire. Casi siempre se halla mezclado con vapores de nafta, con carburo ó sulfuro de hidrógeno que se desprenden de las hendiduras de la tierra en los lugares inmediatos á aquellos en que se verifican estos fenómenos. Finalmente, se desprende del interior de la tierra por las aberturas ó grietas que se manifiestan durante los terremotos.

II GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—AGUA.

Es una sustancia líquida á una temperatura media; se solidifica cuando está bajo de cero, y cristaliza en prismas exágonos regulares; su peso específico es 1, y sirve de medida comun para el peso específico de cuerpos sólidos y líquidos: da hidrógeno por la accion de una aleacion de potasio, y de la potasa en estado de disolucion.

Está compuesta en peso segun Berzelius y Dulong de

Oxígeno.	88,9
Hidrógeno.	11,1

un volúmen de oxígeno y dos de hidrógeno condensados en dos volúmenes.

Variedades. *a*. En el estado sólido. *Agua cristalizada*. Se presenta en prismas exaedros casi siempre acanalados en el interior, y compuestos de capas concéntricas colocadas á cierta distancia reunidas por filamentos que van del centro á los ángulos.

Agua dendrítica. Se presenta en dendritas superficiales ó salientes como sobre los vidrios durante el invierno, y en todos los cuerpos en tiempo de escarchas.

Agua estalactítica ó mamelonada. Se encuentra en todo tiempo en las cavernas, en las neveras y en todas las corrientes de agua durante el invierno.

Agua globular. Se presenta en capas testáceas, en granizos gordos ó piedra.

Agua granular, laminosa, fibrosa, compacta. Se encuentra en todo tiempo en las neveras, y durante el invierno en las diferentes masas de agua congelada.

b. En estado líquido. *Agua pura*. *Aguas minerales*. Estas se hallan cargadas de diferentes sales ó ácidos; son frias ó calientes, y algunas veces hirvientes.

Agua nebuliforme. Forma glóbulos pequeños diseminados en el aire y constituye las nubes y las nieblas.

c. En estado gaseoso. Se halla mezclada con el aire atmosférico á todas las temperaturas, ó sale del interior de la tierra á la temperatura de 100°.

Depósitos. En otro lugar hemos expuesto los diferentes modos de existir el agua en la naturaleza, por lo cual nos remitimos aquí á lo dicho entonces, limitándonos á trazar un cuadro de las aguas minerales mas notables que se encuentran en España.

CUADRO PRIMERO.

Manantiales.	Provincias.	Temperatura.
Aguas acidulas.		
Alange.	Badajoz.	22.° Reaumur.
Alhama.	Zaragoza.	28.°
Caldas de Oviedo.	Oviedo.	34.°
Hervideros.	Ciudad-Real.	17.°
Marmolejo.	Jaen.	17.°
Navalpino.	Ciudad-Real.	23.°
Puerto Llano.	Ciudad-Real.	13 á 16.°
Segura.	Teruel.	19.°
Sierra Alhamilla.	Almería.	42.°
Solan de Cabras.	Cuenca.	15.°
Aguas ferruginosas.		
Castañar de Ivor.	Cáceres.	14.°
Cortegada.	Orense.	18.° á 20.°
Fuen Caliente.	Ciudad-Real.	32.°
Graena.	Graena.	28 á 32.°
Ferreira.	Granada.	12.°
Sanjaron.	Granada.	14 á 24.°
Panticosa.	Huesca.	16 á 25.°
Sumas Aguas.	Madrid.	15 á 19.°
Villatoya.	Albacete.	21.°

CUADRO SEGUNDO.

Aguas salinas.		
Alhama.	Murcia.	36.°
Arnedillo.	Logroño.	42.°
Caldas de Mombuy.	Barcelona.	51 á 56.°
Caldas de Tuy.	Pontevedra.	37 á 39.
Cestona.	Guipúzcoa.	26.°
Fítero.	Navarra.	26 á 38.°
Fortuna.	Murcia.	28 á 42.°
La Isabela.	Guadalajara.	23.°
Quinto.	Zaragoza.	13 á 16.°
Trillo.	Guadalajara.	19 á 22.°
Aguas sulfurosas.		
Alhama.	Granada.	36.°
Archena.	Murcia.	42.°
Arechavaleta.	Guipúzcoa.	14.°
Caratraca.	Málaga.	15.°
Grávalos.	Logroño.	13 á 14.° var.
Ledesma.	Salamanca.	40.°
Martos.	Jaen.	15.°
Molar.	Madrid.	15.°
Ontaneda.	Santander.	23.°
Zaldivar.	Vizcaya.	17.°

III GÉNERO.—HIDRATOS.

Este género comprende cuerpos sólidos de diferentes clases que desprenden todos agua por la calcinacion en tubo cerrado, con residuos sólidos de diferente naturaleza.

Aquí podriamos describir todos los hydratos de óxido ó de sal; pero sus diferentes especies se colocan mucho mas naturalmente junto á los diferentes cuerpos anhidros que les sirven de base. Por esta razon no podemos hacer mas que indicarlos como recuerdo, y para lo demás nos remitimos á los diferentes óxidos, silicatos, carbonatos, sulfatos etc. que son hidratados.

FAMILIA DE LOS NITRIDOS.

Esta familia comprende cuerpos gaseosos que no ofrecen mas que ázoe puro, ó dejan libre el ázoe cuando se introduce en ellos fósforo por algun tiempo. Tambien comprende cuerpos sólidos, y soluble en el agua que dan gas nitroso por la accion del ácido sulfúrico cuando se le mezcla con limaduras de cobre.

Esta familia poco importante al reino mineral, no nos ofrece mas que el ázoe, el aire atmosférico y algunos nitratos. Estos son cuerpos que se hallan esparcidos en eflorescencia por la superficie de la tierra ó en disolucion en las aguas; alguna vez se ha visto á los mas sólidos constituir capas delgadas que parecen hallarse á muy poca profundidad.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—AZOE.

El ázoe es un cuerpo simple de la química, cuyos caracteres son: ser gaseoso, incoloro, inodoro, insípido, incombustible é impropio para la combustion y respiracion; su peso específico es 0,9757, tomando por unidad el del aire.

Esta sustancia se desprende del seno de la tierra durante los fenómenos volcánicos, ó de las grietas que se abren en diferentes partes del globo durante los terremotos.

Apendice. Azoe oxigenífero. *Aire atmosférico.* Es una sustancia gaseosa que mantiene la combustion y la respiracion, y que deja ázoe libre despues de hallarse algun tiempo en contacto con el fósforo; su peso específico se expresa por uno, sirviendo de término de comparacion para los demás gases.

Está compuesto próximamente de 78 partes de ázoe y 22 de oxígeno.

Se ha podido pensar durante algun tiempo, que la reunion de estos dos gases se verificaba en proporciones determinadas y daba un compuesto de la fórmula $Ox+4\ Az$; pero las experiencias de Dulong sobre la refraccion de los gases, indican positivamente que no hay mas que una simple mezcla.

El aire atmosférico envuelve el globo terrestre por todas partes, y al nivel del mar hace equilibrio á una columna de mercurio de 761 milímetros á la temperatura de cero.⁰ Su densidad disminuye á medida que aumenta la altura, de manera, que matemáticamente hablando la altura de esta masa aeriforme es infinita; pero como al llegar á cierto punto la densidad es sumamente débil, puede decirse que hay efectivamente un límite, pasado el cual, la atmósfera es enteramente nula para nuestros sentidos. No obstante, esto no puede suceder sino á una distancia considerable, porque sabemos por los fenómenos del crepúsculo que á alturas de 60 á 90 mil metros (de 13 á 20 leguas), el aire tiene todavía bastante fuerza para reflejar la luz del sol á la superficie de la tierra.

La atmósfera es el teatro de una multitud de fenómenos, muchos de los cuales ejercen una gran influencia en la superficie de la tierra; pero la mayor parte se hallan descritos ordinariamente en las obras de física á las cuales nos remitimos.

El aire penetra por todas partes; llena los poros de la mayor parte de las sustancias minerales que se hallan en la superficie de la tierra; es absorbido continuamente por las aguas corrientes, y lo notable en este fenómeno, es que el agua disuelve mas oxígeno que ázoe; por lo menos el aire que se saca del agua, contiene 32 por 100 de oxígeno; mientras que el aire atmosférico no contiene mas que 22. La presencia del aire comunica al agua de los rios, y mas aun á la de las cascadas, su sabor particular y su ligereza en el estómago.

II GÉNERO.—NITRATOS.

Estos son cuerpos sólidos pero solubles en el agua, desprenden gases nitrosos por la accion del ácido sulfúrico, segun la mezcla con la limadura de cobre.

PRIMERA ESPECIE.—NITRO.

(*Nitrato de potasa*, *Potasa nitratada*, *Salitre*).

Es una sustancia no delicuescente, susceptible de cristalizacion; sus cristales se deriban de un prisma romboidal recto de unos 60° y 120°, cuya altura es á la pequeña diagonal como 32 á 47; su peso específico es 1,93; su disolucion acuosa precipita por el hidroclorato de platino.

Su composicion se expresa por la fórmula $K\ Ni^5\ 6$ en peso, segun el análisis de Wollaston.

Acido nítrico.	53,54
Potasa.	46,46

Variedades. *Nitro cristalizado.* Se presenta en cristales obtenidos por el arte que presenta prismas exágonos simples, ó con pirámides ó tablas rectangulares biseladas.

Nitro acicular. Se encuentra en penachos cristalinos en la superficie de las arenas, de las rocas calcáreas y de las paredes.

Depósitos. El nitro se encuentra en eflorescencia en un gran número de lugares á la superficie de la tierra; unas veces en medio de llanuras arenosas y calcaríferas, como en las landas de Gascuña, las llanuras del mar Caspio, en Persia, en Arabia, en la China, desiertos de Egipto, y finalmente en los alrededores de Lima, en la provincia de Kentuki, en América, etc.; otras veces se encuentra en cavernas calizas ó feldspáticas, en el reino de Nápoles y Ceylan, y sobre las paredes particularmente en los establos, cuadras y cuevas. Se encuentra algunas veces tambien en disolucion en las aguas de los manantiales y pozos de las llanuras de Hungría. Parece ademas que se forma diariamente, pero es difícil asegurar las

causas de su formacion. En los establos, cuadras y demás sitios habitados, parece debe su existencia á la descomposicion de las materias animales, cuyo ázoe da orígen al ácido nítrico que se une despues á diferentes bases; pero en las cavernas no habitadas, en la superficie de las llanuras arenosas parece muy difícil admitir semejante género de formacion, y es imposible en el estado actual de la ciencia, establecer una teoría en este punto. Todo lo que se sabe es que las circunstancias necesarias para esta produccion son un suelo poroso, calcarífero al contacto del aire y la humedad.

Usos. El principal uso del nitro es para la fabricacion de la pólvora; para esto se recoge en gran parte en casi todos los lugares que hemos citado y se fabrica artificialmente por medio de yesos impregnados de nitrato calizo mezclado con materias potásicas. De él se saca el ácido nítrico que sirve para un gran número de usos; se emplea mezclado con azufre para producir el ácido nitroso que sirve de intermedio para la preparacion del ácido sulfúrico. En medicina se prescribe como duirético, y en fin, se usa como fundente sobre todo cuando ha sido préviamente fundido, en cuyo caso lleva el nombre de *cristal mineral*.

II ESPECIE.—NITRATO DE SOSA.

(*Nitro cúbico*).

Es una sustancia no delicuescente, susceptible de cristalizar en el sistema romboédrico, en romboedros, de 106° y 74°; su peso específico es 2,096; su disolucion acuosa no precipita por ningun reactivo.

Su composicion es expresa por la fórmula $Na\ \dot{N}i^5$ ó en peso segun el análisis de Gmelin.

Acido nítrico.	62,8
Sosa.	37,2

Variedades. *Nitrato de sosa cristalizado.* Se presenta en cristales romboédricos obtenidos por el arte.

Nitrato de sosa granular. Asi es como se encuentra en capas en la naturaleza.

Depósitos. El nitrato de sosa ha sido descubierto en el Perú por Mariano de Rivero en las cercanías de la bahía de Iquique. Forma una capa de dos ó tres piés de espesor cubierta por una capa de arcilla unas veces desnuda, y otras mezclada con arena. Ocupa una extension de mas de cuarenta leguas en los distritos de Taracapa y Atacama. Se le explota con ventaja y puede servir ya para la preparacion del ácido nítrico, ya como intermedio para el ácido sulfúrico. Parece que presenta algunos inconvenientes para la fabricacion de la pólvora porque es mas delicuescente que el nitrato de potasa.

III ESPECIE.—NITRATO DE CAL.

(*Nitro calizo, Salitre terroso*).

Es una sustancia delicuescente susceptible de cristalizar en prismas exágonos terminados por pirámides, sobre todo por medio de la disolucion en alcohol; su disolucion precipita por los oxalatos.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ \dot{N}i^5$ ó en peso segun el análisis de Wenzel,

Acido nítrico.	66,2
Cal.	33,8

Depósitos. El nitrato de cal se encuentra en la naturaleza casi siempre mezclado con el nitrato de potasa y casi siempre en disolucion que empapa las materias térreas, los yesos, etc., en la superficie de los cuales produce costras terrosas y penachos cristalinos en los tiempos secos.

Usos. Se usa esta sal, ó mas bien las materias impregnadas de su disolucion, para preparar salitre, ofreciéndole la base potásica. Su presencia mas aun que la del salitre hace que se busque en los escombros de las paredes antiguas, de las cuadras y de las cuevas, etc., para las salitrerías.

IV ESPECIE.—NITRATO DE MAGNESIA.

Es una sustancia muy delicuescente susceptible sin embargo de cristalizar con precauciones en prismas romboidales; su disolucion precipita por la adicion del amoniaco y mejor aun de la potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $M\ \dot{N}^5$ segun el análisis de Wenzel que da los resultados siguientes:

Acido nítrico.	72
Magnesia.	28

Esta especie de nitrato se encuentra tambien con los de potasa y cal, y como este último sirve para la preparacion del salitre.

FAMILIA DE LOS SULFURIDOS.

Esta familia comprende cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos que desprenden vapores de ácido sulfuroso, ya inmediatamente ya por la combustion, ya por la accion del polvo de carbon ayudada del calor, ó bien dan hidrógeno sulfurado cuando despues de haberles tratado por el carbonato de potasa y el polvo de carbon, se hace obrar sobre el resino el ácido nítrico diluido.

La familia de los sulfuridos es una de las mas importantes del reino mineral, aun cuando no presente mas que dos grandes géneros, el género *sulfuro*, y el género *sulfato*. A esta familia se refieren la mayor parte de los cuerpos mas útiles á las artes y á los usos de la vida. Todos los minerales de que se saca el plomo, el cobre, la plata, el antimonio, etc., muchas sales importantes ó materias que sirven para prepararlas. Bajo los aspectos puramente mineralógicos, las diferentes especies no ofrecen menos interés, ya por su cristalizacion ya por los diferentes géneros de combinacion que presenta.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—AZUFRE.

El azufre es un cuerpo sólido, no metaloideo, naturalmente amarillo, pero algunas veces verdoso, parduzco, rojizo, por efecto de las mezclas; cristaliza en el sistema prismático rectangular recto; sus cristales se derivan de un octaedro de base de rombo, cuyos ángulos son de 106° 38′ y 84° 58′ entre los planos de un mismo vértice, y 143° 17′ de una cara de uno de los vértices á la otra; su peso específico es de 2,07 á 2,10; es notable que el peso específico es un poco menor en el azufre que ha sido fundido, el

cual no es mas que 1,99. Se funde fácilmente á la temperatura de 170º y aun es volátil; es muy combustible y se inflama con facilidad; arde con llama azul convirtiéndose en gas ácido sulfuroso y sin producir residuo ni otra materia volátil cuando es puro.

Es un cuerpo simple en el estado actual de nuestros conocimientros químicos, pero algunas veces se halla mezclado con betun que le tiñe de color pardo, de sulfuro de selenio que le tiñe de rojo, y otras veces de materias térreas. Con mucha frecuencia al salir de la tierra los ejemplares despiden un olor de hidrógeno sulfurado del cual por consiguiente contienen algunas porciones en sus poros.

Variedades. *Azufre cristalizado.* Se presenta en octaedros simples ó modificados en el vértice de las aristas.

Azufre acicular. Se encuentra en cristales muy delgados que no pertenecen quizá al mismo sistema de cristalizacion.

Azufre dendrítico. Se presenta en cristales agrupados y formando masas poco sólidas de estructura dendrítica.

Azufre terroso pulverulento. Proceden uno y otro de la descomposicion del hidrógeno sulfurado y de los hidrosulfatos que contienen las aguas minerales.

Depósitos. El azufre no forma depósitos por sí solo, sino que se encuentra en nidos ó masas mas ó menos voluminosas en rocas de diferente naturaleza. Las observaciones de Humboldt y de Eschwege nos le muestran primero en los terrenos primitivos, en rocas de cuarzo de 200 toesas de extension subordinadas á los micasquistos, en las cordilleras de Quito, en calizas unidas á un esquisto arcilloso de la misma edad que aquel á que está sobrepuesta la roca de Itacolumi, en Cerro-do-frio, en el Brasil. Se encuentra en medio de los terrenos intermediarios, en las rocas de cuarzo que Humboldt ha observado en el límite de los pórfidos intermedios y de las calizas alpinas de los Andes del Perú, y en una roca que existe hácia los terrenos de diorita porfídica en una montaña de Hungría.

Mucho tiempo hace que se conoce el azufre en los terrenos secundarios, y principalmente con los diferentes depósitos de sulfato de cal y de sal comun, que se encuentran en varios puntos de esta formacion. Existe en medio de los terrenos secundarios alpinos como en aquellos que estan distantes de las masas cristalinas. Se halla en nidos mas ó menos extensos que á veces no tienen mas que algunas líneas de espesor; pero que en otros casos son verdaderas masas de algunos piés. Los mejores grupos de cristales proceden de los terrenos secundarios; en España pueden citarse, en Hellin provincia de Albacete, en Teruel, en Vizcaya, y sobre todo en Conil cerca de Cádiz; de este mismo modo existe en varios puntos de Sicilia.

Los terrenos terciarios tampoco están desprovistos de azufre; se le cita en los lignitos, en algunas piedras de yeso y en margas arcillosas.

Se conoce tambien el azufre, pero rara vez y en corta cantidad, en ciertos filones metalíferos, como en el Delfinado, en Suabia y otros puntos.

Todos los volcanes en actividad dan azufre en gran abundancia como el Vesubio, el Etna, los volcanes de Islandia, etc., y las solfataras presentan quizá mas aun como puede observarse en Puzzola, Guadalupe, Islandia, etc.; pero esta sustancia es muy rara en los antiguos terrenos ígneos, y ni aun existe en los volcanes apagados que parecen mas cercanos á nuestra edad. No se conoce mas que un solo ejemplo de la existencia del azufre en los basaltos, el cual se observa en la isla de Borbon y los terrenos traquíticos, no le presentan sino en aquellos puntos en que se puede suponer han existido antiguamente solfataras.

Las aguas sulfurosas depositan diariamente azufre térreo ó pulverulento alrededor de los lugares de donde salen; probablemente son aguas de esta misma naturaleza las que dan orígen á depósitos de azufre que se han observado en arroyos, pantanos y lagos, como los que Pallas ha dado á conocer en Siberia.

En fin, se forma diariamente azufre por la descomposicion de los sulfatos, en los sitios donde se encuentran materias orgánicas en putrefaccion.

Usos. El azufre se emplea en difentes usos que ofrecen mas ó menos interés; se usa para formar por la combustion el ácido sulfuroso, que se utiliza para el blanqueo de los tejidos, principalmente de la seda, para la desinfeccion de los sitios en que el aire está viciado por exalaciones orgánicas. Puede ser muy útil en los incendios de chimenea, porque basta echar un puñado de azufre en polvo en el hogar para que se desarrolle una cantidad de gas ácido sulfuroso que teniendo la propiedad de apagar súbitamente los cuerpos inflamados, extinga el fuego en un momento. Pero de todos los usos á que se destina el azufre, los principales son: la preparacion del ácido sulfúrico y la de la pólvora, para los cuales se hace un consumo muy considerable. Tambien se usa en medicina, ya exteriormente para las enfermedades de la piel, en cuyo caso se emplea en estado natural mezclándole con ungüentos, ó en estado de ácido sulfuroso y ácido hidro-sulfúrico; ya interiormente en forma de pastillas ó de agua saturada de hidrógeno sulfurado.

II GÉNERO.—SULFUROS.

Este género comprende cuerpos sólidos, comunmente dotados de brillo metálico, que dan olor de azufre cuando se tuestan ya solos ya mezclados con limaduras de hierro; en este caso dejan un resíduo fijo, desprenden vapores, que revelan las sustancias con que el azufre está combinado.

Dan por la fusion con la sosa una materia, que echada en agua acidulada, deja desprender hidrógeno sulfurado.

Son atacables por el ácido nítrico ó el agua régia, con desprendimiento de gas nitroso; su disolucion precipita siempre abundantemente por el nitrato de barita, y al mismo tiempo por diferentes reactivos, segun la naturaleza de las bases del sulfuro, cuando no son precipitadas inmediatamente.

Todos los sulfuros á excepcion del hidrógeno sulfurado, tienen entre sí mucha analogía; casi todos tienen lustre metálico (siete solamente se exceptuan). Un gran número cristalizan en el sistema cúbico; otros en el sistema romboédrico y en el sistema prismático rectangular recto: tres solamente de ellos que se conocen bien, cristalizan en prisma oblicuo, y uno solo cristaliza en el sistema prismático de base cuadrada.

Casi todos son pesados; un pequeño número ofrecen un peso específico inferior á 3, y la mayor parte se hallan comprendidos bajo este aspecto entre los números 4 y 8. La mayor parte son opacos; algunos solo son transparentes, y sin embargo rara vez lo son bastante para observar los fenómenos de refraccion.

Su composicion se refiere á cuatro fórmulas principales que son: $R^2 Su$, $R\ Su$, $R\ Su^2$, $R^2 Su^3$, expresando R la base, en los sulfuros simples, y á la combinacion de estas mismas fórmulas, dos á dos, tres á tres, en proporciones diversas, en los sulfuros dobles ó triples; no se conoce composicion de un órden mas elevado.

En cuanto á sus depósitos, los sulfuros, aunque abundantes en la naturaleza, no se encuentran jamás en masas muy considerables; algunos de los mas abundantes forman capas, pero la mayor parte se encuentran en masas, y sobre todo en filones. A estas masas y á estos filones de algunos sulfuros, pertene-

cen todos los demás, como sustancias accidentales ó subordinadas. Algunos sulfuros, pero en corto número, se encuentran tambien diseminados en las rocas.

Los sulfuros pertenecen particularmente á los terrenos de cristalizacion, llamados primitivos é intermediarios; en ellos constituyen los depósitos mas importantes y mas considerables. Pero tambien se encuentran abundantemente en la parte inferior de los terrenos secundarios; algunos se prolongan hasta en la parte media de estos depósitos y son mas particularmente los sulfuros de plomo y de zinc. Tambien se encuentran, pero en corto número, en depósitos considerables en los terrenos traquíticos. Finalmente, el sulfuro de hierro, se encuentra en todas partes y sobre todo diseminado desde los terrenos de cristalizacion cualesquiera hasta los últimos depósitos de sedimentos terciarios.

Los sulfuros son muy útiles en las artes y en los usos de la vida. De estos compuestos, se sacan en gran parte, los metales mas conocidos; la plata, el cobre, el plomo, el zinc y el antimonio; por su descomposicion se forma el sulfato de hierro, frecuentemente el sulfato de cobre, el sulfato de alúmina, etc. El óxido de cobalto ó los esmaltes de cobalto proceden tambien de ellos en gran parte; asi los sulfuros son objeto de explotaciones muy considerables en todas las partes del mundo.

PRIMERA ESPECIE.—HIDRÓGENO SULFURADO.

(*Aire fétido, Aire hepático, Gas hepático, Acido hidrosulfúrico, Acido sulfihidrico*).

Es una sustancia gaseosa, incolora, de olor de huevos podridos, soluble en el agua, á la cual comunica el mismo olor, su peso específico es 1,1912 siendo 1 el del aire; es combustible, acercándole un cuerpo inflamado, y se convierte en agua y ácido sulfuroso.

Su composicion se expresa por la fórmula H^2 Su, lo cual equivale en peso á las cantidades siguientes:

Azufre.	94,176
Hidrógeno.	5,824

Depósitos. El hidrógeno sulfurado se desprende en los fenómenos volcánicos, por las grietas producidas en los temblores de tierra; pero existe principalmente en estado de disolucion en las aguas minerales que se llaman hepáticas ó sulfurosas. Existen tambien en ciertas aguas que se hallan en contacto con materias orgánicas, cuya accion descompone los sulfatos que puedan contener; este mismo gas producido tambien por la descomposicion de los sulfatos, es el que se desprende de las letrinas, y hace que sea peligroso el limpiarlas.

Algunas veces el hidrógeno sulfurado se halla contenido en los poros de algunas materias minerales; asi es como ciertas calizas y particularmente aquellas en que se encuentran criaderos de azufre, contienen hidrógeno sulfurado que se desprende por el frotamiento.

Usos. Las aguas que contienen hidrógeno sulfurado se administran ventajosamente en medicina, principalmente como baños en un gran número de enfermedades. Tambien se usan al interior aunque debilitándolas y con ciertas precauciones.

II ESPECIE.—ARGIROSA.

(*Plata sulfurada, Plata vitrea*).

Es una sustancia metaloidea, compacta, de color gris de acero ó de plomo que cristaliza en el sistema cúbico, y no es exfoliable; su peso específico es de 6, 9 á 7, 2; se corta en pedazos con un instrumento cortante y es ligeramente dulce. Es fusible al soplete con aumento de volúmen, desprendimiento de vapores sulfurosos y formacion de escorias; se reduce á un fuego fuerte; es soluble en el ácido nítrico; su disolucion precipita granos de plata sobre una lámina de cobre y da por el ácido hidroclórico un precipitado soluble en el amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula Aq Su; y se halla mezclada frecuentemente con sulfuro de hierro, de cobre, de antimonio, etc. Los análisis de Klaproth, han dado los resultados siguientes:

Azufre.	13,5
Plata.	86,5

Variedades. *Argirosa cristalizada.* Se presenta en cubos, en octaedros, unas veces simples, y otras modificados en las aristas y ángulos ó en dodecaedros romboidales.

Argirosa dendritica. Se presenta en cristales pequeños agrupados en forma de dendritas.

Argirosa filiforme. Se compone de filamentos mas ó menos largos y de mayor ó menor diámetro.

Depósitos y usos. En otro lugar hemos indicado ya, los depósitos del sulfuro de plata, y hemos citado este mineral como la principal materia de que se ha sacado y se saca todavía la mayor parte de la plata del comercio; nos remitimos pues á dichas indicaciones.

III ESPECIE.—GALENA.

(*Plomo sulfurado*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo, que cristaliza en el sistema cúbico y sus cristales son susceptibles de exfoliacion paralelamente á las caras del cubo; su peso específico es 7, 7592; es agria, y no se puede cortar. Se funde al soplete con desprendimiento de vapores sulfurosos, se reduce con facilidad; es soluble en el ácido nítrico con precipitado blanco de sulfato de plomo; su disolucion precipita ademas láminas brillantes sobre una barra de zinc y no sobre una lámina de cobre, á no ser que la materia contenga argirosa.

Su composicion se expresa por la fórmula Pb Su segun los análisis siguientes:

Azufre de Thompson.

Azufre.	13,02
Plomo.	85,13
Hierro.	0,50

Análisis de Beudant.

Azufre.	13,4
Plomo.	79,6
Plata.	7,0

Por el segundo de estos análisis se ve que la galena se halla algunas veces mezclada con sulfuro de plata de la misma fórmula; pero sucede ademas con frecuencia que se halla mezclada con cobre piritoso, sulfuro de antimonio, etc., y algunas veces con cierta cantidad de materias terrosas.

Quizá no es inútil hacer notar que existen algunos análisis antiguos de Vauquelin, la mayor parte de las cuales presentan mucho mas azufre, que lo que expresa la fórmula que hemos adoptado, pero en ninguna de ellas se observa proporcion determinada, por lo cual es probable que se hayan cometido algunos errores.

Variedades. *Galena cristalizada.* Se presenta en cubos y en octaedros, ya simples, ya modificados de diferentes maneras.

Galena pseudomórfica. Se presenta en prismas exágonos que proceden de la descomposicion del fosfato de plomo, y en prismas rectangulares y octaedros irregulares que proceden de la descomposicion del carbonato.

Galena globulosa. Se encuentra en masas pequeñas mamelonadas con cristales salientes en su superficie.

Galena estalactitica. Es rara y procede algunas veces de la descomposicion del fosfato.

Galena incrustante. Se presenta en cristales pequeños agrupados sobre cristales de caliza, de espato fluor, etc., que algunas veces ëstan destruidos y dejan el sulfuro en esqueleto mas ó menos sólido.

Depósitos y usos. Segun hemos dicho en otro lugar, la galena pertenece á casi todos los terrenos, desde los primitivos hasta el fin de los secundarios, y forma unas veces filones, otras masas y otras capas. Casi en todas partes va acompañada de sulfuro de zinc, de diferentes sales de plomo, de sulfato de barita, de espato fluor, etc. Algunas veces este sulfuro, se halla diseminado y frecuentemente en partículas muy finas en las materias arenáceas de diferentes épocas de formacion. En España se observa en Linares, Sierra-Almagrera y Sierra de Gador.

De la galena se extrae todo el plomo que entra anualmente en el comercio.

Esta sustancia reducida á polvo se usa con el nombre de alcohol de alfareros, para formar el barniz de los objetos de barro. Cuando se usa sola produce los barnices amarillos, pero cuando se la mezcla con el cobre, el manganeso, ete., forma los barnices verdes, pardos, etc. Con este mismo polvo se fabrican los papeles metalíferos brillantes con que se cubren cajas, cofrecillos y otros objetos; despues de haber untado el papel de cola, se espolvorea con polvo de galena mas ó menos fino.

IV ESPECIE.—BLENDA.

(*Zinc sulfurado, Mina de zinc sulfuroso, Granatblenda, Zincblenda*).

Es una sustancia no metaloidea, amarillenta ó parda; cristaliza en el sistema cúbico, y es exfoliable en tetaedro, octaedro y dodecaedro romboidal; su peso específico es 4,16; es agria, no susceptible de cortarse; es infusible al soplete; no reductible. No da por la tostacion mas que un débil olor de ácido sulfuroso; su solucion nitrica difícil, da por el amoniaco un precipitado blanco que se redisuelve por un exceso de álcali.

Su composicion se expresa por la fórmula Zn Su, mas ó menos mezclado con protosulfuro de hierro F Su ó de una materia de la que este sulfuro es parte constitutiva.

Sus análisis han dado los resultados siguientes:

Blenda de Inglaterra por Berthier.

Azufre.	33
Zinc.	61,5
Hierro	4

Blenda de Luchon (Pirineos) por el mismo.

Azufre.	33,6
Zinc.	63,0
Hierro.	3,4

Se ve por estos análisis que todas las blendas contienen cierta cantidad de proto-sulfuro de hierro; esta especie de sulfuro es magnética, y como ninguna especie de blenda presenta esta propiedad, pareceria que hay una combinacion de sulfuros y que esta combinacion está mezclada en cantidad variable con el sulfuro de zinc puro.

Notamos que muchas blendas contienen asimismo proto-sulfuro de cadmio, pero cuya cantidad no parece elevarse á mas de 2 ó 3 por 100.

Variedades. *Blenda cristalizada.* Se presenta en octaedros y en tetraedros, algunas veces simples, pero por lo general modificados en las aristas ó en los ángulos; algunas veces en dodecaedros mas ó menos modificados.

Blenda laminar. Se presenta en láminas mas ó menos finas.

Blenda fibrosa. Se presenta ordinariamente en fibras divergentes.

Blenda granugienta. No es mas que una variedad de la blenda laminar.

Blenda testácea. Esta sustancia merece ser examinada de nuevo. En su masa se ve una alternativa de capas convexas de arsénico y de materias pardas análogas á la blenda, pero no es cierto que entre estas capas no haya otras que tengan una composicion particular.

Hay blendas transparentes de color amarillo verdoso ó parduzco, y otras que son opacas y pardas, á veces muy oscuras; algunas tienen un lustre metálico en la superficie.

Ciertas variedades sobre todo entre las transparentes fosforecen con facilidad por el frotamiento; otras por el contrario apenas lo hacen.

Depósitos y usos. La blenda no forma criaderos por sí sola; se encuentra principalmente con la galena donde se halla algunas veces en cantidad considerable; existe tambien en nidos pequeños en las dolomias de San Gotardo, en rocas graníticas en los Pirineos; en el yeso en el Tirol, en España es abundante en San Juan de Alcaraz y en Oñate. Por mucho tiempo se ha despreciado, pero hoy se cita mucho en la preparacion del zinc y del laton.

V ESPECIE.—CINABRIO.

(*Mercurio sulfurado, Bermellon*).

Es una sustancia no metaloidea, roja ó parda que cristaliza en el sistema romboédrico y puede exfoliarse en prismas exágonos; su peso específico es 8,09; es ágria y se reduce fácilmente á un polvo de color rojo; se volatiliza sin dejar residuo sobre el carbon, dando un vapor sulfuroso, y sin descomponerse en el tubo cerrado y da glóbulos de mercurio cuando se le trata de este modo con la sosa; es atacable solo por el agua régia y su disolucion precipita sobre una lámina de cobre un polvo gris que platea su superficie.

Su composicion se expresa por la fórmula Me Su y sus análisis hechos por Klaproth han dado los resultados siguientes:

Cinabrio de Carniola.

Azufre.	14,25
Mercurio.	85

Cinabrio del Japon.

Azufre.	14,75
Mercurio.	84,50

Variedades. *Cinabrio cristalizado.* Se presenta en prismas exágonos regulares y mas comunmente en cristales pequeños que son combinaciones mas ó menos complicadas de romboedros ordinariamente truncados en el vértice.

Cinabrio mamelonado. Forma mas bien cristales pequeños redondeados y agrupados unos sobre otros.

Cinabrio granular. Está formado de granos mas ó menos finos y muy frecuentemente se halla mezclado con materias térreas.

Cinabrio compacto. Es una modificacion extrema de la variedad granular.

Cinabrio testáceo. Se presenta en masas pequeñas negruzcas testáceas que contienen materias térreas y carbonosas; hay variedades en que las materias extrañas son mucho mas abundantes.

Cinabrio pulverulento. Es una materia roja muy brillante cuando es pura, pero suele estar frecuentemente mezclada con materias térreas, arcillosas, etc.

Depósitos y usos. En otro lugar hemos indicado los depósitos de este mineral y al presente solo diremos que en España se encuentra en las minas de Almaden y Almadenejos en donde existen los mas célebres criaderos de este mineral y ademas en algunos puntos de Asturias y Valencia. Se emplea para la extraccion del azogue, produciendo en España una renta inmensa al Estado; para la preparacion del bermellon muy usado en la pintura y tambien para la fabricacion del lacre, industria que si hoy no se halla en su apogeo fue en otro tiempo una de las mejor montadas en España respecto de las demás naciones.

VI ESPECIE.—ALABANDINA.

(*Manganeso sulfurado, Manganblenda, Alabandina sulfúrea*)

Es una sustancia motaloidea, negra ó de color gris de acero oscuro, de cistalizacion mal conocida y no es foliable; su peso específico es 3,95; es ágria y no puede cortarse; es infusible al soplete, difícil de tostar y despues de la tostacion, da con la sosa la reaccion muy marcada del óxido de manganeso; es soluble en el ácido nítrico; su disolucion precipita abundantemente en blanco por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Los análisis de Klaproth y de Vauquelin indican protóxido de manganeso y azufre, combinacion que no existe; pero calculando el error que estos químicos han podido cometer, se sacan de los análisis los resultados siguientes:

Análisis de Vauquelin.

Azufre.	33,65
Manganeso	66,35

Análisis de Klaproth.

Azufre.	27,18
Manganeso	57,54
Carbonato de manganeso ó ganga.	13,28

Se ve que estos análisis presentan sensiblemente un átomo de azufre y un átomo de manganeso, y por consiguiente conducen á admitir la fórmula Mn Su, que es la del sulfuro de manganeso que se forma en los laboratorios.

Depósitos. Se cita esta sustancia en cristales mal formados en pequeñas masas cristalinas y en forma de barniz sobre diferentes materias.

Se encuentra principalmente con las manganesas, con diferentes materias telucíferas en Transilvania; se ha citado tambien en Méjico en un depósito análogo y asimismo en Cornwall.

VII ESPECIE.—HARKISA.

(*Niquel sulfurado, Niquel nativo, Pirita capilar*).

Es una sustancia metaloidea, de color verde amarillento que forma penachos compuestos de agujillas finas; se reduce sobre el carbon formando una pasta metaloidea y magnética; es soluble en el ácido nítrico y su disolucion se vuelve de color de violeta por la adicion del amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula Ni Su, segun el análisis de Arfwedson que ha dado los resultados siguientes:

Azufre.	35,2
Niquel.	64,8

Esta sustancia bastante rara ha sido hallada en filones en Sajonia, Bohemia y Cornwall, acompañada de cobalto arsenical, de blenda, de galena, de diferentes minerales de plata, etc.

SULFUROS FERRUGINOSOS.

Son sustancias metaloideas amarillas ó pardas, atacables por el ácido nítrico; su disolucion da un precipitado abundante azul, por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y no dan indicio de ninguna otra base.

VIII ESPECIE.—SULFURO DE HIERRO.

PRIMERA SUB-ESPECIE.—PIRITA.

(*Hierro sulfurado, Pirita marcial, Marcassita*).

Es una sustancia de color amarillo de oro, que no se debe poner al aire, y que cristaliza en el sistema cúbico; su peso específico es de 4,6 á 5; da en el matraz al fin de la calcinacion un ligero sublimado rojo.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Su, con una cantidad variable de rejalgar. Sus principales análisis han dado los resultados siguientes:

Análisis de Berzelius.

Azufre.	54,26
Hierro.	45,74

Análisis de Hatchet.

Azufre.	52,70
Hierro.	47,30

Variedades. *Pirita cristalizada.* Se presenta en cubos lisos ó estriados en las caras, en tres direcciones distintas, en octaedros, en dodecaedros pentagonales, y en icosaedros; estas formas son unas veces simples y otras se hallan modificadas de diferentes maneras.

Pirita dendrítica. Se presenta en dendritas superficiales sobre diferentes cuerpos y principalmente sobre el esquisto pizarra.

Pirita pseudomórfica. Es conquiliodea, y afecta principalmente la forma de la ammonita.

Pirita bacilar y fibrosa. Se compone de fibras paralelas ó divergentes.

Pirita compacta. Presenta fracturas concoideas mas ó menos anchas.

Pirita descompuesta. Se encuentra en cristales que han pasado del todo ó en parte al estado de hidróxido de hierro y que se llama muchas veces, aunque impropiamente *pirita hepática.* Solo indicamos esta descomposicion por recuerdo, porque la sustancia que de ella resulta debe colocarse en la especie hidróxido de hierro.

Pirita aurífera y argentífera, Contienen pajillas de oro ó de plata diseminadas que se observan sobre todo en las variedades descompuestas.

Depósitos. La pirita es una de las sustancias mas esparcidas en la superficie del globo; no hay terreno en que no se encuentre, aunque en ninguna parte existe en grandes masas. Se citan algunas masas ó filones en los terrenos antiguos; pero en general se halla diseminada en cristales, en venillas, etc., en todos los depósitos desde los mas antiguos hasta los mas modernos, y se encuentra en todos los criaderos metalíferos donde suele presentar hermosas cristalizaciones; en este punto se citan sobre todo las minas de Brosso en el Piamonte que han producido los cristales mas

bellos. A la pirita tan comun en la naturaleza, se refieren todos los pretendidos descubrimientos de oro que cree el vulgo en un gran número de localidades, y con que se entretiene muchas veces la credulidad de los viajeros.

En los lugares en que la pirita es abundante se reune en grandes cantidades para la fabricacion de sulfato de hierro, tostándola para favorecer su descomposicion. Las variedades auríferas se explotan para sacar de ellas el oro, ya sea por medio del lavado, ya por la amalgamacion. En otro tiempo se trabajaba esta sustancia con el nombre de marcassita, y se tallaba en rosa como el diamante, para montarla despues en botones de diferentes modos, donde produce muy buen efecto á causa del brillo de su pulimento. Se han encontrado placas de esta sustancia talladas y pulimentadas en las tumbas de los antiguos peruanos, y se ha supuesto que les servia de espejo, por cuya razon se le dió el nombre de *espejo de los Incas*.

En los primeros tiempos de la invencion de las armas de fuego, se usó la pirita en lugar de la piedra de chispa, por la cual fue luego reemplazada; por eso se la ve designada algunas veces con el nombre de *piedra de arcabuz*.

II SUB-ESPECIE.—ESPERKISA.

(*Hierro sulfurado blanco*, *Pirita blanca*, *Pirita radiada*).

Es una sustancia metaloidea, de color amarillo lívido ó verdoso, que se descompone fácilmente al aire y cristaliza en prismas romboidales de 106° 2′ y 73° 58′; su peso específico es 4,84; no da sublimado rojo en el matraz.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Su^2, la misma que la pirita, segun las investigaciones mas esactas.

Análisis de Berzelius.

Azufre.	53,35
Hierro.	45,07
Manganeso	0,70

Análisis de Hatchett.

Azufre.	53,60
Hierro.	45,66

Variedades. *Esperkisa cristalizada*. Se presenta en prismas romboidales simples ó con vértices diedros ó en octaedros rebajados con base de rectángulo ó de rombo.

Esperkisa maclada. Forma reuniones de octaedros mas ó menos desfigurados.

Esperkisa dendrítica. Se presenta en dendritas superficiales ó en grupos dendríticos.

Espeokisa de cresta. Forma grupos dendríticos de cristales, cuyos bordes estan recortados en una cresta de gallo.

Esperkisa globulosa. Se presenta en bolas alteradas mas ó menos profundamente.

Esperkisa pseudomórfica. Es conquiloidea ó giloidea.

Esperkisa compacta. Presenta una fractura irregular.

Depósitos. Esta especie de sulfuro de hierro, afecta en general los mismos depósitos que la precedente, pero es menos abundante en los terrenos antiguos, y no se presenta siempre en los filones. Rara vez existe diseminada en cristales, y se encuentra mas bien en riñones, en bolas, en las materias arcillosas y margosas del fin de los terrenos secundarios y principalmente en la creta. Se encuentra con frecuencia y sobre todo diseminada en partículas casi invisibles, en las materias terrosas que acompañan á diferentes depósitos de combustibles, en arcillas carbonosas de los terrenos secundarios, en los lignitos, algunas veces tambien en la ulla, y á su presencia se atribuye las mas veces la inflamacion espontánea de estos combustibles.

Usos. Se aprovecha la fácil descomposicion de esta materia en sulfato, cuando está expuesta al aire, para fabricar sulfato de hierro y alumbre, y por efecto de su presencia es por lo que se emplean en este uso las materias terrosas, los lignitos, etc., de ciertas localidades que basta dejar eflorecer espontáneamente al aire, y lexiviar, añadiendo ademas sales de potasa, cuando se trate de formar el alumbre.

IX ESPECIE.—LEBERKISA.

(*Pirita magnética*, *Pirita hepática*, *Magnetkies Leeberkies*).

Es una sustancia metaloidea, de color pardo de tumbaga; es magnética, cristaliza en prismas exágonos regulares, cuya altura se halla respecto á la apotema en la relacion de 23 á 10; su peso específico es 4,62. Tiene los caracteres químicos de las especies precedentes; pero deja sobrenadar azufre cuando se disuelve en ácido hidroclórico.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Su^2+6Fe Su, segun los análisis siguientes:

Leberkisa de Treseburgo por Stromeyer.

Azufre.	40,15
Hierro.	59,85

Leberkisa por Rose.

Azufre.	38,78
Hierro.	60,32

Variedades. *Leberkisa cristalizada*. Se presenta en prismas de seis á doce planos, con facetas anulares ó terminadas en una pirámide.

Leberkisa laminar. Forma pequeñas masas compuestas de cristales pequeños que se separan por la fractura, y dan entonces la apariencia de la estructura laminar.

Leberkisa compacta. Pasa á la estructura granular.

Depósitos. La pirita magnética se encuentra en pequeñas masas, en pequeños filones ó en pequeños nidos, y algunas veces en cristales en el micasquisto, como en Bodenmais en Baviera, en las calizas subordinadas, en Auerbach en Hesse-Darmstadt, en las dioritas como en Nantes y en Hungría en las rocas talcosas, y asimismo en los criaderos metalíferos, en Noruega, Suecia, etc. Rose la ha reconocido en algunas piedras meteóricas y con especialidad en la de Juvenas.

Apendice. Hemos citado análisis de pirita magnética que se refieren á la fórmula que hemos adoptado para la especie; pero existen otras que dan resultados diferentes: tal es, por ejemplo, el análisis que Stromeyer ha hecho de una pirita magnética de Bareges, en la que ha encontrado:

Azufre.	43,63
Hierro.	56,37

De donde se saca la fórmula Fe Su^2+2*Fe Su*, donde las cantidades relativas de los dos sulfuros son muy diferentes.

Seria muy posible que existiesen muchas especies de pirita magnética, y respecto á esto haremos observar que en aquella cuyo análisis acabamos de presentar como en muchas otras de Sajonia, el color no es el pardo de tumbaga, que acabamos de indicar como característico, sino un amarillo-verdoso, mate bastante análogo al color de la esperkisa, con la que se

podrian confundir estas materias, sino tuvieran la propiedad magnética, y sino se conservasen perfectamente al aire.

SULFURO DE MOLIBDENO.

X ESPECIE.—MOLIBDENITA.

(*Molibdeno sulfurado*, *Molybdanglanz*, *Molybdankies*, *Wasserblei*, *Molybdenit*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo, untuosa al tacto, compuesta de láminas flexibles. Sus cristales son raros, y forman prismas de base de exágono; su peso específico es de 4,5 á 4,7; es infusible al soplete, da un humo blanco y deja un pequeño residuo blanco sobre el carbon; es atacable por el ácido nítrico, y da inmediatamente un precipitado blanco que se vuelve azul, cuando se le coloca húmedo sobre una lámina de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $Mo\ Su^2$, segun los análisis siguientes:

Molybdenita, por Bucholz.

Azufre.	40
Molibdeno.	60

Molybdenita, por Brandes.

Azufre.	40,4
Molibdeno.	59,6

Variedades. *Molybdenita cristalizada.* Se presenta en pequeños prismas muy cortos, simples ó modificados sobre las aristas de las bases.

Molybdenita hojosa ó laminosa. Se presenta en láminas, ya planas ya convexas.

Molybdenita en pajas. Se presenta en laminillas aisladas diseminadas en diferentes materias.

Depósitos. La molybdenita forma masas ó filones en los granitos, en los micasquistos, las sienitas, etc.; se encuentra diseminada en ellas en Saboya, Piamonte, Tirol, Bohemia y Noruega. Tambien se encuentra aunque en corta cantidad en las masas metalíferas, principalmente en las de estaño, en Sajonia y Cornwall, en los depósitos de óxido de hierro magnético en Noruega, y rara vez en los minerales de cobre.

Esta sustancia no se usa mas que en los laboratorios para sacar de ella el molibdeno ó formar el ácido molíbdico.

SULFUROS DE COBRE.

Estos sulfuros son sustancias metaloideas de diferentes colores, atacables por el ácido nítrico, cuya disolucion se vuelve azul por la adicion del amoniaco, y da un precipitado de cobre abundante sobre una lámina de hierro, y diferentes reacciones, segun la naturaleza de los sulfuros combinados.

XI ESPECIE.—CHALKOSINA.

(*Cobre sulfurado*, *Cobre vitreo*).

Es una sustancia metaloidea de color gris de acero que cristaliza en el sistema romboédrico, y sus cristales se derivan de un prisma exágono regular, cuya altura es á la apotema como 2 á 1; su peso específico es 5,69; se deja en parte cortar por un instrumento afilado; pero sin embargo es fragil; es fusible con hervor al soplete y da granos de cobre cuando se funde la materia tostada con la sosa; es soluble en el ácido nítrico; su disolucion se vuelve azul, añadiendola un exceso de amoniaco; entonces precipita poco ó nada de óxido de hierro, y da tambien un precipitado de cobre sobre una lámina de hierro.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu^2\ Su$; pero se halla mezclada con una corta cantidad de cobre piritoso con sulfuro de la fórmula $Cu\ Su$, con cobre en estado metálico que se observa algunas veces en laminillas y probablemente con phillipsita. Sus análisis han dado los resultados siguientes:

Chalkosina de Siberia, por Gueniveau.

Azufre.	20,5
Cobre.	74,5
Hierro.	1,5

Chalkosina de Rottemburgo, por Klaproth.

Azufre.	22
Cobre.	76,50
Hierro.	0,50

Variedades. *Chalkosina cristalizada.* Se presenta en prismas exágonos, simples ó modificados en las aristas y ángulos de las bases, ó en pirámides de triángulos isósceles, comunmente truncados en el vértice y ademas modificados de diferentes maneras.

Chalkosina pseudomórfica. Se presenta en una especie de espigas ó piñas pequeñas que se consideran como ramas del género cupresus.

Chalkosina compacta. Se halla frecuentemente mezclada con óxido rojo de hierro.

Depósitos. El sulfuro de cobre es generalmente una sustancia accidental de los diferentes criaderos de cobre piritoso de Cornwall, del Banato, etc., donde existe siempre en corta cantidad. Solo en los montes Urales en Siberia, donde el cobre piritoso falta casi enteramente, abunda esta sustancia y es objeto de exploraciones particulares. Segun puede juzgarse por la descripcion de Patrin, parece pertenecer á los terrenos intermediarios. El depósito, segun este autor, es en filones llenos de arcilla ó de guijo, en los cuales se halla el sulfuro diseminado en riñones mas ó menos voluminosos.

XII ESPECIE.—STROMEYERINA.

(*Sulfuro de plata y cobre*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, brillante, muy frágil, y de fractura imperfectamente concoidea; es fusible al soplete, sin hincharse ni formar escoria; es soluble en el ácido nítrico; su disolucion da indicios de cobre sobre una lámina de hierro, y de plata sobre una lámina de cobre; da ademas por el ácido hidro-clórico un precipitado abundante, soluble en el amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $Aq\ Cu^2\ Su^2 = Aq\ Su + Cu^2\ Su^2$, segun el análisis de Stromeyer que ha dado el resultado siguiente:

Azufre.	15,96
Plata.	52,87
Cobre.	30,83
Hierro.	0,34

Esta sustancia no se ha conocido aun mas que en pequeñas masas compactas, que proceden de las minas de Schlangenberg en Siberia. Su composicion no puede aproximarla mas que á la especie chalkosina, que podria considerarse como mezclada accidentalmente con sulfuro de plata; pero las proporciones definidas de este último, que no son ni las de la argirosa, ni las de la chalkosina, conducen á considerarla como una especie particular establecida ya desde mucho tiempo antes por Hausmann y Bournon.

XIII ESPECIE.—PHILLIPSITA.

(*Cobre piritoso jaspeado*).

Es una sustancia metaloidea, rojiza ó pardo-rojiza, muchas veces azulada ó violada en la superficie; cristaliza en el sistema cúbico; su peso específico es 5; es fusible al soplete en glóbulos atraibles por el iman; da despues glóbulos de cobre, cuando se funde la materia con la sosa; es soluble en el ácido nítrico; su disolucion se vuelve azul por el amoniaco, dando un precipitado de óxido de hierro, y da indicios de cobre sobre una lámina de aquel metal.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Cu^4 Su^5=Fe Su+2 Cu^2 Su, segun el análisis de Phillips, que ha dado los resultados siguientes:

Azufre.	23,75
Cobre.	61,07
Hierro.	14
Sílice.	0,50
Pérdida.	0,68

Esta sustancia, por su forma y su composicion debe indudablemente constituir una especie particular. Beudant la ha descrito con el nombre de phillipsita, que le ha sido dado en honor del químico á quien se debe su análisis.

Variedades. *Phillipsita cristalizada.* Se presenta en cubos modificados sobre los ángulos sólidos, ó sobre las aristas, y en octaedros simples ó que pasan al cubo.

Phillipsita maclada. Se presenta en octaedros agrupados.

Phillipsita reniforme. Forma riñones pequeños en los esquistos bituminosos.

Phillipsita incrustante. Se encuentra formando un barniz mas ó menos grueso, que cubre cristales de chalkosina, y en este caso se presenta en prismas exágonos, en pirámides truncadas, mas ó menos rebajadas, etc.

Phillipsita compacta. Se presenta en masas pequeñas amorfas.

Phillipsita laminiforme. Se presenta en hojillas, en la superficie de los esquistos bituminosos.

Depósitos. La phillipsita es una sustancia que se encuentra accidentalmente en varios criaderos de cobre, donde se halla asociada á la chalkosina con que ha sido confundida frecuentemente. Existe en un gran número de lugares, pero siempre en corta cantidad y casi en los mismos depósitos que el cobre piritoso.

XIV ESPECIE.—CHALKOPIRITA.

(*Cobre piritoso, Pirita cuprosa, Mina de cobre amarillo*)

Es una sustancia metaloidea, de color amarillo de bronce, que cristaliza en un octaedro de base cuadrada que pasa al octaedro; su peso específico es 4,16; se funde al soplete, en glóbulos atraibles por el iman y que dan glóbulos de cobre con la sosa. Es soluble en el ácido nítrico, su disolucion se vuelve azul por el amoniaco, y da un precipitado abundante de óxido de hierro; da ademas de esto indicios de cobre sobre una lámina de hierro, y precipita abundantemente en azul, por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Cu Su^2=Fe Su+Cu^2 Su, mas ó menos mezclada con materias extrañas, segun los análisis siguientes:

Chalkopirita cristalizada de Ramberg, por Rose.

Azufre.	35,87
Cobre.	34,40
Hierro.	30,47

Chalkopirita mamelonada, por Phillips.

Azufre.	34,46
Cobre.	31,20
Hierro.	30,80
Materia terrosa. . . .	1,10
Plomo y arsénico. . .	2,44

Chalkopirita de Sambel, por Gueniveau.

Azufre.	37
Cobre.	30,2
Hierro.	32,3

Chalkopirita de Allagne, por Berthier.

Azufre.	32
Cobre.	32,6
Hierro.	29,2
Ganga.	3,2

Variedades. *Chalkopirita cristalizada.* Se presenta en octaedros de base cuadrada muy aproximados al octaedro regular, simples ó modificados.

Chalkopirita maclada. Es una reunion de dos octaedros muy análoga á la de los octaedros regulares.

Chalkopirita incrustada. Forma barnices cristalinos sobre los cristales de caliza, de barytina, de cobre gris, de tennantina, etc.

Chalkopirita compacta. Se presenta en masas informes, mas ó menos considerables.

Chalkopirita phillipsitifera. Variedad mamelonada de Cornwall, en la cual se distinguen capas pequeñas de phillipsita, que separan las de chalkopirita y cuya superficie presenta cristales pequeños de esta misma sustancia.

Depósitos. Respecto á los depósitos de cobre piritoso y á sus usos, nos remitimos á lo que hemos dicho en otro lugar; solo haremos notar que los mejores depósitos cristalizados proceden del Derbyshire, de Cornwall, de las cercanías de Freyberg, y de Santa María de las Minas en Francia; en España se encuentra en las minas de Linares y Riotinto.

XV ESPECIE.—ESTANNITA.

(*Estaño piritoso, Estaño sulfurado, Oro musivo nativo, Zinnkies*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris amarillento; compacta, de fractura granular, que pasa á la fractura imperfectamente concoidea; su peso específico es de 4,35 á 4,78; es fusible al soplete, cubriendo el carbon de un polvo blanco no volátil; es soluble en el ácido nítrico, con un precipitado en blanco inmediato; su disolucion da indicios de cobre sobre una lámina de hierro, volviéndose azul por el amoniaco y precipitando al mismo tiempo el óxido de hierro; su precipitado inmediato es soluble en el ácido hidroclórico, y su disolucion precipita en púrpura por el cloruro de oro.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Sn Cu^2 Su^4, segun vemos en el análisis siguiente debido á Klaproth:

Azufre.	30,5
Estaño.	26,5
Cobre.	30
Hierro.	12

donde se ve sensiblemente las relaciones atómicas indicadas por la fórmula que hemos adoptado.

Esta fórmula general se puede dividir de diferentes maneras; se puede sacar de ella la expresion Su Su+Cu^2 Su+Fe Su^2 como Berzelius, pero este químico

ha considerado el término Fe Su^2 como accidental, y solo ha conservado los otros dos como indicacion del compuesto. A esta manera de ver puede objetarse que cuando la estannina se halla mezclada con materias extrañas, lo que se encuentra es cobre piritoso y no pirita; de manera, que el término Fe Su^2 no puede considerarse como procedente de mezcla. Por otra parte las relaciones que se observan en el análisis de Klaproth, no permiten fácilmente extraer de ella cobre piritoso, y de aquí parece resultar que se deben considerar los tres sulfuros como combinados, segun la fórmula Sn Su+Cu^2 Su+Fe Su^2, que se puede transformar en (Sn Su+2 Cu^2 Su)+(Sn Su+ 2 Fe Su^2) lo cual ofreceria una combinacion de dos dobles sulfuros.

La expresion general Fe Sn Cu^2 Su^4 puede dar tambien Sn Su+2 Cu Su+Fe Su, que se puede transformar en (Sn Su+4 Cu Su)+Sn (Su+Fe Su). En una y otra de estas transformaciones, la estannina es análoga á las diferentes combinaciones triples que constituyen las especies bournonita, polibasita, panabasa, etc.

Depósitos. Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora mas que en Cornwall, en masas pequeñas en las minas de cobre piritoso; tambien se indica en venas en el granito del monte de San Miguel en la misma comarca.

SULFURO DE COBALTO.

XVI ESPECIE.—KOBOLDINA.

(*Cobalto sulfurado*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, mas ó menos claro, que segun parece, cristaliza en octaedro regular; su fractura es desigual; no da olor alguno arsenical al soplete; es fusible despues de haber sido tostada, y da un glóbulo gris que fundido con el bórax le comunica un color azul intenso.

Es de presumir que la koboldina sea un sulfuro de cobalto de la fórmula Co^2 Su^3 mezclada con chalkopirita ó phillipsita, segun los análisis siguientes.

Análisis de Wernekink.

Azufre.	41
Cobalto.	43,86
Hierro.	5,31
Cobre.	4,10
Ganga.	0,67

Análisis de Hissinger.

Azufre.	42
Cobalto.	43,20
Cobre.	14,40
Hierro.	3,50
Materias terrosas. . . .	0,33

Sin embargo, habria un poco de azufre en exceso en el análisis de Hissinger.

Depósitos. Esta sustancia que Wernekink ha indicado como cristalizada en cubo octaedro;es bastante semejante á la cobaltina, y hasta ahora solo se ha encontrado en Suecia.

SULFUROS DE BISMUTO.

XVII ESPECIE.—BISMUTINA.

(*Bismuto nativo en parte, Bismuto sulfurado*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, que pasa al gris amarillento, y cristaliza en agujas romboidales de unos 130° y 50°; su peso específico es 6,54; es fusible al soplete, desprendiendo gotitas incandescentes y cubriendo el carbon de óxido de bismuto, que se vuelve amarillento despues de enfriarse; es soluble en el ácido nítrico; su disolucion se enturbia por el agua que se debe añadir en mayor ó menor cantidad, segun el grado de acidez, y precipita ademas en negro por los hidrosulfatos.

Su composicion segun el análisis de Rose, es la siguiente:

Azufre.	18,72
Bismuto.	80,98

Se indica el sulfuro de bismuto en agujillas romboidales estriadas en su longitud con una cara perpendicular al eje, y algunas facetas en los ángulos sólidos; tambien se indica en pequeñas masas fibrosas compuestas de estas mismas agujas, y por último, en laminillas implantadas en la cererita en algunos puntos de Suecia.

Apéndice. *Bismuto sulfurado plumbo-argentífero.* Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo, que se presenta en agujillas cristalinas implantadas en gangas silíceas ó en espato fluor, y de la cual ha extraido Klaproth por el análisis, las sustancias siguientes:

Azufre.	16,3
Bismuto.	27,0
Plomo.	33,0
Plata.	15
Hierro.	4,3
Cobre.	0,9

Estos resultados darian quizá la fórmula Bi^2 Su^3+5 (Pb, Aq, Fe, Cu) Su; pero todavía no se sabe á punto fijo si es una combinacion, una mezcla, ó combinacion de varios sulfuros.

Bismuto sulfurado cuprífero. Es una sustancia metaloidea de color gris de acero, que pasa al blanco de estaño, en agujas cristalinas ó en nidos fibrosos pequeños, de la cual ha sacado Klaproth:

Azufre.	12,58
Bismuto.	47,24
Cobre.	34,66

Es difícil sacar de estos resultados otra cosa que una mezcla de sulfuro de bismuto de la fórmula Bi^2 Su y de sulfuro de cobre de la fórmula Cu^2 Su, expresiones que indicarian ambas una especie particular, diferente de las que hemos citado. Es probable que haya aquí un sulfuro doble cuya composicion se fijará por investigaciones futuras.

Esta materia se encuentra en los filones cobaltíferos que atraviesan una especie de granito, en las minas de Neugluk y de Daniel en el Furstenberg.

Bismuto sulfurado plumbo-cuprífero. Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo ó gris de acero, en agujas implantadas en el cuarzo; su peso específico es 6,12. John ha hecho su análisis que ha dado los resultados siguientes:

Azufre.	11,58
Bismuto.	43,20
Plomo.	24,32
Cobre.	12,10
Niquel.	1,58
Teluro.	1.32

de lo cual no se puede sacar nada como no sea una mezcla de los sulfuros Bi^2 Su, Cu^2 Su, Pb Su, N Su^2 Debemos esperar á nuevas investigationes; pero es indudable que no hay aquí bismutina, porque seria necesario dejar el cobre y una parte del plomo en estado libre.

Esta materia procede de varias minas del distrito de Ekaterinemburgo en Siberia. Existe en una ganga de cuarzo y va algunas veces acompañada de pajitas de oro, de malaquita, galena, etc.

SULFUROS DE ANTIMONIO.

Estos sulfuros son sustancias metaloideas ó no metaloideas, que dan por la tostacion un humo blanco abundante, sin olor de ajo, que puede volatilizarse de nuevo cuando se ha depositado en las paredes del tubo abierto ó sobre el carbon. Son atacables por el ácido nítrico, en caliente ó en frio, con precipitado inmediato de materia soluble en el ácido hidroclórico, cuya disolucion se enturbia por el agua y precipita en amarillo por los hidrosulfatos.

XVIII ESPECIE.—ESTIBINA.

(*Antimonio sulfurado*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo, que cristaliza en prismas romboidales de 91°20′ y 88°40′, y puede recibir exfoliaciones paralelamente al plano de las diagonales de las bases; su peso específico es de 4,3 á 4,6; se funde con facilidad; da por la tostacion en un tubo abierto vapores blancos muy abundantes, y acaba por desaparecer enteramente. Es atacable por el ácido nítrico, dando un precipitado blanco abundante, soluble en el ácido hidroclórico, del cual se separa por el agua, y precipita en amarillo por los hidrosulfatos. Se reduce á una materia amarilla por la potasa cáustica humedecida.

Su composicion en peso es la siguiente.

Azufre.	27,22
Antimonio.	72,78

Los análisis han dado por resultados

Análisis de Proust.

Azufre.	25
Antimonio.	75

Análisis de Bergmann.

Azufre.	26
Antimonio.	74

Variedades. *Estibina cristalizada.* Se presenta en prismas romboidales, terminados por vértices de cuatro caras, y algunas veces modificados de diferentes maneras.

Estibina cilindroidea. Se presenta en cristales desfigurados. *Acicular.* Se presenta en agujas muy delgadas.

Estibina capilar. Se presenta en filamentos muy delgados, rectos ó curvos, algunas veces como afelpados. Existe indudablemente estibina capilar que presenta muchas veces el paso á la estibina cilindroidea; pero es probable que se confundan tambien con esta sustancia por los caracteres exteriores, materias que son muy diferentes, asi como se han confundido mucho tiempo todos los silicatos asdestoideos en una sola especie; Rose ha analizado una que ha encontrado ser un sulfuro compuesto de que hablaremos despues de la zinkenita.

Estibina bacilar ó fibrosa. Forma cristales divergentes, agrupados entre sí, y deformados por su mutua presion.

Estibina laminar. Se compone de cristales entremezclados y que forman masas cuya estructura es laminosa con tendencia mas ó menos marcada á la estructura bacilar.

Estibina compacta. Es una variedad de la estibina fibrosa.

Depósitos y usos. La estibina aunque poco abundante en la naturaleza, se encuentra, sin embargo, bastante comunmente y constituye por sí sola filones siempre poco extensos que atraviesan el granito y el micasquisto en muchos puntos de Europa; en España existe en la provincia de Lugo. Tambien se encuentra como sustancia subordinada en diferentes criaderos metalíferos y principalmente en los depósitos argentíferos.

Esta materia se explota para sacar de ella el antimonio que entra en algunas aleaciones, especialmente en los caracteres de imprenta y que sirve para la preparacion del kermes, el emético, etc. El sulfuro natural entra en la composicion del lápiz plomo comun.

XIX ESPECIE.—ZINKENITA.

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, que cristaliza en prismas de bases exágonas, regulares terminadas por pirámides, cuyas caras corresponden á las aristas; su peso específico es 5,30; es fusible al soplete con desprendimiento de vapores blancos, y deposita óxido amarillo sobre el carbon, es atacable por el ácido nítrico con precipitado blanco inmediato antimonífero; la disolucion nítrica, da laminillas metálicas de plomo sobre una lámina de zinc.

Los análisis hechos por Rose sobre esta sustancia dan los resultados siguientes:

Azufre.	22,58
Antimonio.	44,11
Plomo.	31,97
Cobre.	0,42

No se conoce la zinkenita mas que cristalizada, y aunque sus cristales parecen aproximarse mucho á un prisma exágono regular, seria posible como supone Rose, que no fuesen mas que agrupamientos de prismas romboidales de vértices diedros de 120° y 39′.

Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora mas que en Wolfsberg en la parte oriental del condado de Harz donde fue descubierta por Zinken, de cuyo nombre formó el suyo.

XX ESPECIE.—JAMESSONITA.

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, que cristaliza en prismas romboidales de 101°20′ próximamente; su peso específico es 5,56; sus caracteres químicos son los mismos de la zinkenita.

Su composicion es la que resulta del siguiente análisis de Rose hecho con la jamesonita de Cornwall.

Azufre.	22,15
Antimonio.	34,40
Plomo.	40,75
Cobre.	0,13
Hierro.	2,30

Esta sustancia se encuentra en masas cristalinas en las minas de Cornwall; algunas materias confundidas con la bournonita pertenecen á esta especie.

XXI ESPECIE.—HAIDINGERITA.

(*Berthierita*).

Es una sustancia metaloidea, que cristaliza en prismas romboidales y se encuentra en masas confusamente laminosas; su peso específico es 4,3; se funde muy fácilmente al soplete, desprende vapores

blancos y deja un glóbulo negro, atraible por el iman; es atacable por el ácido nítrico y da un precipitado blanco inmediato antimonífero; su disolucion precipita abundantemente en azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

El análisis que ha hecho Berthier de esta sustancia, le ha dado los resultados siguientes:

Azufre	30,3
Antimonio	52,0
Hierro	16,0
Zinc.	0,3

No se posee mas que un análisis de este mineral, pero es enteramente concluyente, no solo á causa de las proporciones definidas que presenta, sino tambien porque ofrece un sulfuro de hierro (protosulfuro de los laboratorios), que no existe solo en la naturaleza, y que no se puede en este caso considerar como mezclado, porque siendo muy magnético, comunicaria esta propiedad á la materia que le contuviera si se hallara en otro estado que en el de combinacion.

Esta sustancia constituye un filon en una formacion de gneis en Auvernia. La explotacion que habia sido emprendida, ha sido abandonada por la dificultad de sacar el metal; pero esta dificultad no puede existir ya, conociéndose la composicion del cuerpo. Berthier entre otros procedimientos, aconseja fundir los minerales con unos 30 por 100 de hierro, y un poco de sulfato de sosa mezclado con carbon.

XXII ESPECIE.—MIARGIRITA.

(*Plata antimoniada sulfurada negra*).

Es una sustancia metaloidea, negra, de un lustre semi-metálico, de fractura concoidea que cristaliza en prismas oblicuos romboidales de 93° 56′ y 86° 4′; su peso específico es de 5,2 á 5,4; es frágil y su polvo es de color rojo oscuro; es fusible al soplete; da vapores blancos abundantes sin olor arsenical ó por lo menos muy poco, y deja en definitiva un glóbulo de plata; es atacable por el ácido nítrico con precipitado antimonial; su disolucion deja precipitar plata sobre una lámina de cobre, y da por el ácido hidroclórico un precipitado blanco soluble en el amoniaco.

Su composicion es la que expresa el siguiente análisis de Rose.

Azufre.	21,95
Antimonio.	39,14
Plata..	36,40
Cobre.	1,06
Hierro.	0,62

Esta sustancia no se ha indicado todavía de una manera positiva mas que en Braunsdorff, en Sajonia; pero es probable que se la encontrará en muchas localidades indicadas para la plata roja, que es como ella una materia subordinada á los depósitos argentíferos. Se deben mirar con desconfianza la mayor parte de las materias designadas en las colecciones, bajo el nombre de plata antimoniada, sulfurada negra, que no presenten mas decididamente el lustre metálico; las que le manifiesten pertenecen á la psaturosa.

XXIII ESPECIE.—ARGYRYTHROSA.

(*Plata roja, Plata antimoniada sulfurada, Rubinblenda*).

Es una sustancia no metaloidea, roja, que cristaliza en el sistema romboédrico, y sus cristales se derivan de un romboedro de 108° 30′ y 71° 30′; su peso específico es de 5,831 á 5,91; es frágil, de un polvo rojo oscuro; tiene los caracteres químicos de la margyrita, aunque menos fácilmente fusible, y da sensiblemente menos vapores blancos.

Su composicion es la que expresa el siguiente análisis de Bonsdorff, que concuerda con el que Proust habia hecho mucho tiempo antes:

Azufre.	16,61
Antimonio.	22,84
Plata.	58,94
Sustancia terrosa. . . .	0,30
Pérdida	4,31

Este análisis es muy claro, y no puede haber duda acerca de la composicion del cuerpo que ha sido objeto de ella; pero veremos que existe una sustancia en que el arsénico reemplaza al antimonio, dando una fórmula enteramente semejante y una materia isomorfa de la presente. Esta sustancia constituye una especie particular, confundida con la que nos ocupa por sus caracteres exteriores. Habiendo sido establecida la distincion por Proust, Beudant ha dado á la composicion arsenical el nombre de proustita, expresion poco agradable quizá, pero que ha sido adoptada en honor del sabio químico cuyo nombre recuerda.

La existencia de tres especies de plata roja, es evidentemente una razon para dar un nombre á cada una de ellas, y hemos creido poder adoptar para la que nos ocupa el nombre de argyrythrosa.

Variedades. *Argyrythrosa cristalizada.* Se presenta en prismas exágonos simples, ó terminados por vértices romboédricos ó dodecaédricos, y modificados ademas de diferentes maneras; en dodecaedros triangulares escalenos, y algunas veces isósceles; todas estas formas recuerdan perfectamente las de la caliza.

Argyrythrosa dendrítica. Se compone de cristales desfigurados agrupados en dendritus, ó extendidos bajo esta forma sobre diferentes sustancias.

Argyrythrosa botrioidea. Se presenta en mamelones pequeños agrupados unos sobre otros.

Argyrythrosa amorfa. Se presenta en masas pequeñas compactas, siempre poco voluminosas.

Depósitos y usos. En Europa no se encuentra la argyrythrosa sino en masas pequeñas, y como sustancia subordinada en los criaderos de argyrosa ó de galena argentífera; en Noruega, Bohemia, Hungría y Francia; pero en América, forma algunas veces la parte principal de los depósitos, especialmente en Méjico y en el Perú; en España se encuentra en Guadalcanal.

La argyrythrosa, ya se encuentre en partes pequeñas subordinadas, ya forme depósitos considerables, se explota para sacar de ella la plata.

XXIV ESPECIE.—PSATUROSA.

(*Plata sulfurada agria ó frágil, plata antimoniada sulfurada negra*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de hierro, cuyos cristales se derivan de un prisma romboidal recto de 107° 47′ y 72° 13′; su peso específico es de 5,9 á 6,26; es agria, frágil, y de polvo negro; se funde al soplete con combustion muy aparente de azufre y desprendimiento de vapores blancos antimoniales, pero con poco ó ningun olor arsenical. Es atacable por el ácido nítrico, y da un precipitado blanco inmediato; su disolucion da plata sobre una lámina de cobre y un precipitado blanco soluble en el amoniaco, por el ácido hidroclórico.

Se compone segun la análisis de Rose, de las sustancias siguientes:

Azufre.	16,42
Antimonio.	14,68
Plata..	68,54
Cobre.	0,64

Este análisis no puede dejar duda alguna acerca de la existencia de una combinacion de sulfuro de plata y de antimonio. El ensayo químico ha hecho reconocer un gran número de ejemplares en que no se descubre indicio alguno de arsénico; pero hay otros que dan por la tostacion un olor arsenical muy marcado, de manera que puede creerse que hay tambien dos especies entre las materias que se han designado con el nombre de plata sulfurada agria; una que contiene sulfuro de antimonio, y otra sulfuro de arsénico.

Variedades. *Psaturosa cristalizada.* Se presenta en prismas de seis planos muy cortos, terminados por modificaciones que presentan groseramente pirámides de seis caras muy rebajadas. Estos cristales se hallan frecuentemente cubiertos de una película cristalina, que parece pertenecer á la chalkopirita.

Depósitos. Esta sustancia ha sido encontrada en los mismos depósitos que la argyrythrosa, pero en corta cantidad, y particularmente en Hungría, Sajonia, etc. Se explota con los demás minerales argentíferos.

XXV ESPECIE.—BOURNONITA.

(*Plomo antimoniado sulfurado, Plomo sulfurado antimoniado, Antimonio sulfurado plumbo-cuprífero.*

Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo, que cristaliza en prisma recto rectangular, cuya altura y lados de la base son entre sí poco mas ó menos como los números 210, 217 y 220; su peso específico es 5,7; es fusible al soplete, dando vapores antimoniales, óxido amarillo de plomo, y en último análisis un boton de cobre. Su disolucion nítrica, da un precipitado inmediato, laminillas metálicas de plomo sobre una lámina de zinc é indicios de cobre, y adquiere un color azul intenso por la adicion del amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula Cu Pb Sb Su^3, y sus análisis han dado los resultados siguientes:

Análisis de Rose.

Azufre.	20,31
Antimonio	26,28
Plomo.	40,84
Cobre.	12,65

Análisis de Smithson.

Azufre.	20
Antimonio.	25
Plomo.	41
Cobre.	13

Estos dos análisis no pueden dejar duda sobre la existencia de un compuesto de la fórmula que hemos indicado; pero lo mismo que se ha confundido la jamesonita con la bournonita, es muy probable que se hayan confundido bajo el mismo nombre muchas materias diferentes, cuyos análisis colocaremos en apéndice.

Variedades. *Bournonita cristalizada.* Se presenta en prismas rectangulares, simples ó modificados sobre las aristas; en octaedros rectangulares mas ó menos modificados sobre las aristas, ó truncados profundamente en el vértice.

Bournonita maclada. Se presenta en cristales prismáticos agrupados.

Bournonita bacilar. Se presenta en prismas obliterados agrupados unos sobre otros.

Bournonita compacta. Es muy difícil, sin un análisis rigoroso, decir, si diversos sulfuros compactos donde se encuentra á la vez antimonio, plomo y cobre, que se hallan sin forma cristalina, pertenecen realmente á la bournonita.

Depósitos. La bournonita es en general, una materia de filones. Se encuentra particularmente en los criaderos plumbíferos y cupríferos, en Cornwall y Harz. Se han citado mucho en otras localidades, pero no es cierto que las sustancias que se encuentran en ellas pertenezcan á la bournonita. El doble sulfuro que se encuentra en nidos pequeños en la dolomia de San Gotardo, no parece que sea de la misma especie.

Apendice. Se pueden reunir aquí esperando nuevas investigaciones, diferentes materias que se han designado con los nombres de *spiesglanz-bleierz*, *bleifahlerz*, *schwarzerz*, y que se han unido con la bournonita, aunque los análisis sean bastante diferentes:

Bournonita (spiesglanz-bleierz) de Klausthal, por Klaproth.

Azufre.	18
Antimonio.	19,75
Plomo.	42,50
Cobre.	11,75
Hierro.	5,00

$Sb^2 Su^3$, Pb Su, Cu^2 Su, Fe^2 Su.

Plomo sulfurado antimonífero de Alsau sobre el Rhin, por Tromsdorf.

Azufre.	20,9
Antimonio.	22,4
Plomo.	49,0
Hierro.	4,0
Cobre.	1,0
Manganeso.	2,0

$Sb^2 Su^3$+5 (Pb, Cu, Fe, Mn) Su.

Bournonita de Neudorff, por Meisner.

Azufre.	19,863
Antimonio.	20,769
Plomo.	37,590
Cobre.	18,400
Hierro.	1,386

5 Sb Su+6 Pb Su+9 (Cu, Fe) Su, que se puede transformar en:

2 (Sb Su+3 Pb Su)+3 (Sb Su+3 Cu Su).

Bournonita de Naslo en Cornwal, por Klaproth.

Azufre.	16
Antimonio.	28,5
Plomo.	39
Cobre.	13,5
Hierro.	1,0

7 Sb Su+6 Pb Su+3 Cu^2 Su, que se puede transformar en:

6 (Sb Su+Pb Su)+(Sb Su+3 Cu^2 Su).

Bournonita (bleifahlerz) de Harz, por Klaproth.

Azufre.	13,50
Antimonio.	16,00
Plomo.	34,50
Cobre.	16,25
Hierro.	13,75
Plata.	2,25

Suponiendo todos estos análisis exactos, lo cual no está demostrado porque los procedimientos de Klaproth eran muy defectuosos, se ve que la primera podria en rigor ser referida á la especie bournonita mezclada con alguna materia, cuya composicion es difícil señalar. Lo mismo quizá podria decirse de la segunda, aunque presenta una fórmula bastante bien determinada para que se la pueda considerar como

una especie distinta. En cuanto á las dos siguientes ya no es lo mismo, porque los elementos no se encuentran en ellas en proporcion para formar un sulfuro de antimonio, de la fórmula $Sb^2 Su^3$, y no se puede formar mas que el sulfuro Sb Su. Por consiguiente son combinaciones enteramente diferentes de la primera, y que difieren hasta por los números atómicos en los dos análisis. En cuanto al bleifahlerz de Harz, tambien existe diferencia, porque por una parte no se puede formar mas que el sulfuro Sb Su, y por otra no hay bastante azufre para formar sulfuros de cobre, de plomo y de hierro, semejantes á los de los análisis anteriores.

Todas estas sustancias que merecen ser examinadas de nuevo, son como la bournonita, materias de filon.

XXVI ESPECIE.—POLIBASITA.

Es una sustancia metaloidea, de color gris de hierro, que cristaliza en prismas exágonos regulares; su peso específico es 6,21; es fusible al soplete con un ligero desprendimiento de vapores antimoniales, y deja un boton de plata bastante considerable; es atacable por el ácido nítrico, y da un débil precipitado inmediato; su disolucion precipita abundantemente por el ácido hidroclórico, y se vuelve azul, por la adicion del amoniaco; cuando está en exceso, disuelve el primer precipitado.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu^9\ {}^1Aq^8$ (Sb, Ar^5) Su^{30}, segun el análisis de Rose, que ha dado los resultados siguientes:

Azufre.	17,04
Antimonio.	5,09
Arsénico.	3,74
Plata.	64,29
Cobre.	9,93
Hierro.	0,06

Esta composicion unida á la forma, indica evidentemente una sustancia particular, diferente de otras muchas que se han confundido con ella bajo el nombre de cobre gris; merece por consiguiente una denominacion particular, y así se le ha conservado el nombre de polibasita, que le fue dado por Rose.

Polibasita cristalizada. Se presenta en prismas de seis planos, estriados transversalmente, y modificados en las aristas de las bases por tres ó seis caras. Estos cristales se hallan agrupados unos sobre otros, ó unos al lado de otros, y constituyen una especie de placas mas ó menos gruesas; proceden de Guanajuato y Guarisamey en Méjico, y en la última localidad van acompañados de estilbita.

XXVII ESPECIE.—PANABASA.

(*Cobre gris*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, que cristaliza en tetraedros regulares; su peso específico es de 4,79 á 5,10; es fusible al soplete desprendiendo vapores de antimonio y frecuentemente de arsénico; se hincha y forma escoria; da cobre con la sosa; es atacable por el ácido nítrico con precipitado inmediato antimonial; su disolucion no da láminas de plomo sobre una barra de zinc; se vuelve azul por el amoniaco; precipita en azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y da frecuentemente las reacciones del zinc, de la plata, del mercurio, etc., tratándola de una manera apropiada.

Su composicion, segun Rose, es la que expresa la fórmula $Fe^4\ Cu^{16}\ Sb^6\ Su^{21}$, en la cual el sulfuro de antimonio puede ser reemplazado en parte por sulfuro de arsénico, y el sulfuro de hierro por sulfuros de zinc, de plata, etc.; se funda en experimentos hechos sobre estas materias elegidas en estado cristalino, pero que sin embargo no bastan para quitar todas las dificultades del asunto. A continuacion trasladamos todos los análisis que se deben á este autor.

Panabasa de Santa María de las minas.

Azufre.	26,83
Antimonio.	12,46
Arsénico.	10,19
Cobre.	40,60
Hierro.	4,66
Zinc.	3,69
Plata.	0,60

Panabasa de Gersdorff.

Azufre.	26,33
Antimonio.	16,52
Arsénico.	7,21
Cobre.	38,63
Hierro.	4,89
Zinc.	2,77
Plata.	2,37

Panabasa de Zilla.

Azufre.	24,73
Antimonio.	28,24
Cobre.	34,48
Hierro.	2,27
Zinc.	5,25
Plata.	4,97

Estos análisis se refieren sensiblemente á la fórmula que Rose ha adoptado; solamente hay que admitir una corta cantidad de sulfuro de cobre en las dos primeras, y quizá un poco de sulfuro de antimonio superabundante en la tercera.

VARIEDADES. *Panabasa cristalizada.* Se presenta en tetraedros rara vez simples, pero en lo general modificados de diferentes maneras en las aristas y en los ángulos.

DEPÓSITOS Y USOS. Los cobres grises son minerales bastante comunes, y á veces forman criaderos casi por sí solos, pero que se encuentran tambien en los diferentes depósitos metalíferos de plomo, plata, cobre, estaño, etc. Existen en muchas comarcas de Europa, así como en Méjico y en el Perú.

Estas materias se explotan como minerales de cobre, y son á veces muy importantes á causa de la cantidad de plata que contienen.

SULFUROS ARSENIOSOS.

ESTOS sulfuros son sustancias no metaloideas, rojas ó amarillas, que dan un fuerte olor de ajo por calcinacion, y poco ó nada de vapores antimoniales. Son atacables por el ácido nítrico sin precipitado inmediato.

XXVIII ESPECIE.—REJALGAR.

(*Arsénico sulfurado rojo, Rubina de arsénico*).

Es una sustancia no metaloidea, roja, que cristaliza en prismas oblicuos romboidales de 105° 30′ y 74° 30′; su peso específico es 3,6; arde á la accion del soplete con desprendimiento de olor de ajo; es fusible y volátil en el tubo cerrado, y se deposita en cristales en la parte superior; se reduce á una materia de color de castaña por la accion de la potasa cáustica humedecida.

Su composicion se expresa por la fórmula Ar Su, segun los análisis siguientes:

Análisis de Klaproth.

Azufre.	31
Arsénico.	69

Análisis de Laugier.

Azufre.	30,43
Arsénico.	69,57

Variedades. *Rejalgar cristalizado.* Se presenta en prismas romboidales oblicuos, ordinariamente modificados sobre las aristas ó sobre los ángulos, ó bien en prismas exágonos modificados del mismo modo.

Rejalgar bacilar. Se presenta en prismas exágonos desfigurados y agrupados en su longitud.

Rejalgar compacto. Se presenta en pequeñas masas amorfas.

Depósitos y usos. El rejalgar se encuentra en el interior de algunos filones, particularmente en los criaderos argentíferos, plomíferos y cobaltíferos, en Hungría, Transilvania, Bohemia, Sajonia, etc.; en los productos de las solfataras, como en Puzzola y Guadalupe, y aun en los productos inmediatos de los volcanes, como en el Vesubio, Etna y Japon. Se usa en la pintura á la cual ofrece un hermoso color, que desgraciadamente es susceptible de alteracion.

XXIX ESPECIE.—OROPIMENTE.

(*Arsénico sulfurado amarillo*).

Es una sustancia no metaloidea, de color amarillo de oro, que cristaliza en prismas oblicuos romboidales de unos 100° 40′ y 79° 20′; su peso específico es 3,48; arde á la accion del soplete con olor de ajos; es fusible y volátil en el tubo cerrado, y deposita cristales amarillos en la parte superior; se reduce á una materia parda por la accion de la potasa cáustica humedecida.

Su composicion se expresa por la fórmula 2 Ar Su^3, y sus análisis han dado los resultados siguientes:

Análisis de Klaproth.

Azufre	38
Arsénico.	62

Análisis de Langier.

Azufre.	38,14
Arsénico.	61,86

Variedades. *Oropimente cristalizado.* Forma cristales muy raros, que son prismas romboidales oblicuos, mas ó menos modificados, y análogos á los de la especie precedente.

Oropimente laminoso. Se presenta en pequeñas masas compuestas de láminas que se separan fácilmente unas de otras, y presentan comunmente un lustre nacarado en la fractura reciente.

Oropimente granular. Se presenta en pequeñas masas que se aproximan mas ó menos á la compacidad, pero que ofrecen siempre granos distintos.

Oropimente oolítico ó testáceo. Se presenta en glóbulos de capas concéntricas aglomeradas ó de una estructura testácea.

Oropimente compacto. Esta es un paso al oropimente granular.

Oropimente terroso. Se presenta en pequeñas masas que tienen mas ó menos agregacion, y pasan al oropimente compacto.

El oropimente se encuentra en los mismos depósitos que el rejalgar, y tambien en las calizas secundarias en Tajova, cerca de Neusbhl, en Hungría.

Se emplea en pintura bajo el nombre de oropimente amarillo.

XXX ESPECIE.—PROUSTITA.

(*Plata antimoniada sulfurada en parte, Rubinblenda*).

Es una sustancia no metaloidea, roja, que cristaliza en el sistema romboédrico, y sus cristales se derivan de un romboedro que se aproxima bastante al de la argiritrosa; su peso específico varía de 5,524 á 5,552; es frágil, y su polvo de color rojo claro; es fusible al soplete, da vapores arsenicales muy marcados, y deja al fin un glóbulo de plata; es atacable por el ácido nítrico sin dar precipitado inmediato, ó al menos muy poco.

Su composicion se expresa por la fórmula Aq^3 Ar^2 Su^6, segun los análisis de Proust y de Rose.

Análisis de Rose.

Azufre.	19,51
Antimonio.	0,69
Arsénico.	15,09
Plata.	64,67

Análisis de Proust.

Sulfuro de arsénico.	25,00
Sulfuro de plata.	74,35
Arenas y óxido de hierro. . . .	0,65

Habiendo sido Proust el primero que ha notado que habia dos especies de plata roja, una que contiene sulfuro de antimonio y otra sulfuro de arsénico, y el que ha establecido su composicion con claridad, se ha creido conveniente consagrar una de ellas á su memoria con el nombre de *proustita.* Si se compara la proustita con la argiritrosa, se verá que las dos sustancias tienen la misma fórmula de composicion, y no difieren sino por la presencia del sulfuro de antimonio en la una, y la del sulfuro de arsénico en la otra. Son tambien ambas isomorfas, y no se diferencian en el exterior mas que por el matiz del color rojo.

Variedades. *Proustita cristalizada.* Hasta ahora no se conoce pura mas que en prismas exágonos regulares, terminados por romboedros muy rebajados, y que son de un color rojo muy vivo y transparente; pero hay una cantidad de cristales en dodecaedros de triángulos isósceles, que presentan el olor arsenical por la calcinacion, y que no contienen mas que una corta cantidad de antimonio.

La proustita se encuentra completamente en los mismos depósitos y lugares que la argiritrosa, con la cual se ha confundido por mucho tiempo á pesar del experimento de Proust.

SULFO-ANTIMONIUROS.

Sus principales caracteres, son dar vapores de antimonio, y en lo demás conducirse como los sulfuros antimoniosos.

XXXI ESPECIE.—ANTIMONIQUEL.

(*Níquel arsenical antimonífero, Antimonio sulfurado niquelífero*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, que cristaliza en el sistema cúbico; su peso específico es 6,45; es fusible al soplete, desprendiendo vapores abundantes de antimonio, con ó sin olor á ajo; da poco ó nada la reaccion del cobalto por la fusion de la materia tostada con el bórax. Es atacable por el ácido nítrico con precipitado inmediato; su disolucion es verdosa; se vuelve de color de violeta por el amoniaco en exceso, y precipita en verde por los álcalis fijos.

Su composicion se expresa por la fórmula Ni Sb Su=Ni Su²+Ni Sb², y sus análisis hechos por Rose y por Ullmann, han dado los resultados siguientes:

Análisis de Rose.

Azufre	15,98
Antimonio.	55,76
Niquel	27,36

Análisis de Ulmann.

Azufre	16,40
Antimonio.	47,56
Arsénico	9,94
Niquel	26,10

Se ve que en el primero de estos análisis la sustancia es pura, y que en el segundo se halla mezclada con una materia arsenical de la misma fórmula, ó niquel gris, que constituye la especie siguiente. Lo mismo se observa en una sustancia cuyo análisis se debe á Klaproth.

Esta sustancia es rara en estado cristalino; se encuentra en masas compactas ó de testura laminosa en algunos filones cobaltíferos del país de Siegen.

SULFO-ARSENIUROS.

Estas sustancias dan un fuerte olor de ajos por la tostacion, sin humo antimonial, y presentan todos los caracteres de los sulfuros arseniosos.

XXXII ESPECIE.—DISOMOSA.

(*Niquel gris*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero que se presenta en masas compactas ó laminosas muy frágiles; su peso específico es 6,12; da un fuerte olor de ajo por la calcinacion y deja sublimar sulfuro de arsénico por la accion del calor en el tubo cerrado; es atacable por el ácido nítrico sin precipitado inmediato cuando el ácido se halla en exceso; su disolucion es verde, toma el color de violeta por el amoniaco, y da un precipitado verde por los álcalis fijos.

Su composicion se expresa por la fórmula Ni Ar Su =Ni Su²+Ni Ar², segun el siguiente análisis que se debe á Berzelius

Azufre	19,34
Arsénico	45,34
Niquel	29,94
Cobalto.	0,92
Hierro	4,11
Sílice.	0,90

Aquí se ve que el mineral está mezclado con Mispikel y cobalto gris, que son de la misma fórmula; pero en los otros dos análisis, que se han hecho, es necesario admitir otras mezclas. Estos análisisis son:

Análisis de Berzelius.

Azufre	14,40
Arsénico	53,32
Niquel	27,00
Hierro	5,29

Análisis por Pfaff.

Azufre	12,36
Arsénico	45,90
Niquel	24,42
Hierro.	10,46

En la primera deberia admitirse una mezcla de biarsénico de hierro y de arsénico, y en la segunda, habria un simple arseniuro de hierro; en uno y otro caso habria tambien una pequeña cantidad de arseniuro de niquel.

Esta sustancia no se ha encontrado todavía mas que en Suecia, donde acompañan los minerales de cobalto.

Constituyendo esta materia una especie de la misma fórmula que el cobalto gris, donde el cobalto reemplaza el niquel, y que el antimoniquel, donde el antimonio reemplaza el arsénico, se le ha dado el nombre de *disomosa*, derivado de una palabra griega que significa dos veces parecido.

XXXIII ESPECIE.—COBALTINA.

(*Cobalto gris*, *Cobalto brillante*).

Es una sustancia metaloidea, de un color gris de acero; muy brillante, exfoliable en cubos, y que cristaliza lo mas comunmente en dodecaedros pentagonales, en icosaedros etc.; su peso específico es 6,29; es muy frágil por efecto de su exfoliacion; es fusible al soplete con desprendimiento abundante de vapores arsenicales. Da despues de la tostacion un verde azulado muy intenso, con el bórax en la menor partícula del mineral; es atacable por el ácido nítrico: su disolucion de color de rosa ó violada, precipita en pardo rojizo por los álcalis.

Su composicion se expresa por la fórmula Co Ar Su =Co Su²+Co Ar², segun los análisis hechos del cobalto gris de Skutternd, cerca de Modun en Noruega, y de Tuzaberg en Suecia. El primero ha dado por término medio:

Azufre	20,08
Arsénico	43,47
Cobalto	33,10
Hierro	3,23

donde se ven poco mas ó menos las relaciones indicadas por la fórmula. Sin embargo hay aun unos pequeños errores, ó seria preciso admitir una corta cantidad de sulfuro de hierro en estado de mezcla, lo cual es poco probable.

Cobaltina cristalizada. Se presenta en dodecaedro pentagonal, cubo dodecaedro, icosaedro etc.

Cobaltina laminosa. Se encuentra en masas pequeñas formadas de cristales aglomerados.

La cobaltina no se ha encontrado hasta ahora, mas que en Suecia y en Noruega en masas mas ó menos considerables con cobre piritoso en el terreno del gneiss. Tambien se indica en Silesia y en el Conneticut en América.

Esta sustancia se usa como los demás minerales de cobalto para formar el óxido de este metal, que sirve para dar color azul á los vidrios y esmaltes, y preparar los azules de cobalto ó azul de Thenard.

XXXIV ESPECIE.—MISPIKEL.

(*Hierro arsenical*, *Pirita blanca arsenical*).

Es una sustancia metaloidea, de color blanco de plata ó amarillento que cristaliza en prismas romboidales de 111° 12′ y 68° 48′; su peso específico es 6,127; da chispas y olor de ajos por el choque del eslabon; es fusible al soplete, desprendiendo un fuerte olor de ajo y dejando un boton atraible por el iman; da un sublimado de sulfuro de arsénico por la accion del calor en el tubo cerrado; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion da un precipitado azul abundante por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula Fe Ar Su =Fe Su²+Fe Ar² segun los análisis de Chevreul y Stromeyer:

Análisis de Chevreul.

Azufre.	20,132
Arsénico	43,418
Hierro	34,938

Análisis de Stromeyer.

Azufre.	21,08
Arsénico	42,88
Hierro	36,04

Debe sin embargo haber algunos errores en las cantidades relativas de los elementos, pues seria necesario admitir una corta cantidad de protosulfuro de hierro que no se sabe con qué conbinar, y no obstante este protosulfuro no podria hallarse en estado libre porque la materia no es inmediatamente atraible por el iman.

Mispikel cristalizado. Cristaliza en prismas romboidales de vértices diedros modificados de diferentes maneras.

Mispikel bacilar. Se presenta en cristales pequeños mas ó menos desfigurados y agrupados entre sí.

Mispikel capilar. Se compone de pequeños filamentos rectos que no son mas que cristales muy delgados y largos.

El mispikel se encuentra unas veces diseminado en rocas graníticas esquistosas y serpentinosas, ó en los filones petrosos que las atraviesan, y otras en las masas y filones metalíferos de diversa naturaleza, y particularmente en las minas de estaño; rara vez en las minas de plata y de plomo.

XXXV ESPECIE.—TENNANTITA.

(Cobre gris).

Es una sustancia metaloidea de color gris de plomo que cristaliza en dodecaedro romboidal; su peso específico es 4,375; arde á la accion del soplete desprendiendo un fuerte olor de ajo, quedando una escoria magnética que da cobre por la accion de la sosa; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion da cobre sobre una lámina de hierro y un precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion segun el análisis de Phillips es el siguiente:

Azufre.	28,74
Arsénico	11,84
Cobre.	45,32
Hierro	9,26

lo cual indicaria por consiguiente la fórmula $Fe^2\,Cu^9\,Ar^2\,Su^{11} = 9\,Cu\,Su + (Fe\,Su^2 + Fe\,Ar^2)$; de manera que la sustancia pareceria ser una combinacion de mispikel y sulfuro de cobre. No puede decirse á punto fijo si debe ser considerado de este modo ó si tendria alguna analogía con la panabasa, reemplazando entonces el arsénico enteramente al antimonio.

Se ha colocado esta sustancia á continuacion de los sulfo-arseniuros esperando solamente que sea mas conocida bajo el punto de vista de su composicion.

La tennantita se presenta en cristales que son dodecaedros romboidales, modificados en los ángulos sólidos triples.

Hasta ahora solo se han encontrado como materia accidental en diferentes criaderos de minerales de cobre de Cornwall.

XXXVI ESPECIE.—SULFURO DE SELENIO.

(Sulfuro de selenio).

El sulfuro de selenio que se forma artificialmente, y que es una sustancia no metaloidea, parda, fusible fácilmente á algunos grados mas que los del agua hirviendo, no se ha observado hasta ahora en estado natural mas que en el cráter de Vulcano en las islas de Lipari, donde presenta pequeñas capas de color pardo mezcladas con hidroclorato de amoniaco.

Existe tambien en pequeñas cantidades en el azufre de Fahlum que procede de la tostacion de los minerales sulfurosos y en él ha encontrado Berzcelius el selenio por la vez.

III GÉNERO.—SULFOXIDO.

Este género comprende cuerpos gaseosos ó líquidos, ácidos, que dan olor de azufre quemado, ya inmediatamente, ya por su accion sobre el polvo de carbon auxiliada por el calor.

PRIMERA ESPECIE.—ÁCIDO SULFUROSO.

Es un cuerpo que se presenta en estado gaseoso, ó en disolucion en el agua, y que da un olor sofocante de azufre quemado; su peso específico es 2,25, siendo uno el del aire atmosférico.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	49,86
Azufre.	50,14

El ácido sulfuroso en estado de gas, es lanzado frecuentemente en abundancia á la atmósfera, durante las erupciones volcánicas y se desprende continuamente en las solfataras, al través de las grietas de las rocas, ó por hendiduras mas ó menos considerables. Es muchas veces obsorbido por las aguas que se hallan en los mismos lugares, y constituye entonces las aguas ácidas sulfurosas que se observan en algunas cavidades subterráneas, en algunos arroyos, ó en charcos; pero en estos últimos casos se desprende muy pronto cuando las aguas son calentadas por los rayos del sol.

Se usa el ácido sulfuroso producido artificialmente por la combustion del azufre ó por la accion de un cuerpo desoxigenante sobre el ácido sulfúrico, para blanquear los tejidos, la lana, la seda, los sombreros de paja y para quitar las manchas de frutas. Sirve para la preparacion del ácido sulfúrico por el intermedio del gas nitroso. Tambien se usa con ventaja en medicina, para las enfermedades de la piel y se administra entonces en baños gaseosos, por medio de aparatos convenientemente dispuestos.

II ESPECIE.—ÁCIDO SULFÚRICO HIDRATADO.

(Aceite de vitriolo).

Es un cuerpo líquido oleaginoso, pesado, inodoro, que da ácido sulfuroso por la accion de una sustancia carbonosa ayudada del calor; su peso específico es 1,85.

Su composicion en peso es la siguiente:

Acido sulfúrico . . 81,67 que contiene.		Oxígeno. . .	48,88
		Azufre . . .	32,79
Agua 18,83 que contiene.		Oxígeno. . .	16,29

pero este compuesto atrae la humedad del aire, y se disuelve en el agua en todas proporciones, de manera que se le encuentra con muy diferentes grados de densidad; este se reduce á 1,85 por la accion del fuego, y entonces se destila el ácido sin alteracion.

El ácido sulfúrico se encuentra tambien en la inmediacion de los volcanes; se ha indicado en agujillas blancas en la gruta de Zoccolino en Toscana; si esta observacion fuera cierta, seria el ácido anhidro pero es probable que sean mas bien sales ácidas lo que se ha encontrado. Por lo demás existe en todas partes en estado líquido, ó mas bien en disolucion

en las aguas que se hallan en las cavidades subterráneas, en las aguas de los manantiales, en las de los lagos y en los arroyos de los terrenos volcánicos.

El ácido sulfúrico es uno de los mas útiles en los talleres y en los laboratorios. Se usa para desprender el ácido nítrico del nitrato de potasa ó de sosa, para obtener el ácido hidroclórico por medio de la sal marina, y por consiguiente para preparar la sosa artificial. Se le emplea para la fabricacion del alumbre, de los sulfatos de hierro y de cobre, para disolver el índigo, para inflar las pieles y prepararlas para el curtido etc.

II GÉNERO.—SULFATOS.

Son cuerpos sólidos, que dan hidrógeno sulfurado, cuando despues de haberse calentado con una mezcla de carbonato de sosa y de carbon, se vierte agua acidulada sobre el residuo; no desprenden nada de olor sulfuroso por la accion del ácido hidroclórico. Las sustancias que se refieren á este género, no presentan ningun ejemplo de cristalizacion en el sistema prismático de base cuadrada; no se conoce mas que una sola del sistema romboédrico; otra de sistema prismático oblicuo con base de paralelógramo oblicuángulo, y dos del sistema cúbico. Todas las demás cristalizan en el sistema prismático rectangular recto ú oblicuo, y casi todas afectan prismas romboidales por forma de exfoliacion ó por forma dominante, algunas tienen entre sí muy grandes relaciones, porque sus prismas ofrecen ángulos comprendidos entre 101° 42′ y 104° 30′ ó entre 91 y 96°.

Esta exposicion de los sistemas de cristalizacion, nos indica que la mayor parte de estas sustancias son susceptibles de doble refraccion; pero es muy difícil asegurar esto tratándose de muchas de ellas, porque no presentan bastante transparencia. Las dos terceras partes de las especies, son naturalmente blancas, y solo accidentalmente, presentan diferentes tintas por efecto de las mezclas; las otras son coloreadas y los colores varian con la naturaleza de las bases ó las cantidades de agua combinadas. Ninguna especie presenta lustre metálico, en casi todas es vítreo ó litoideo, y rara vez nacarado ó sedoso.

La dureza es siempre poco considerable; una sola especie raya el vidrio y aun difícilmente. Todas las demás son rayadas por un punzon de acero, y casi todas aun por la uña. La mayor parte son muy frágiles, y se rompen al menor choque.

Las dos terceras partes de las especies, son sustancias solubles en el agua, y todas las demás son solubles en los ácidos.

Bajo el punto de vista de la composicion hay en ella pocas variaciones; casi todas las especies estan compuestas segun la fórmula $R\ Su^3$, representando R, la base. Solo hay tres de la fórmula $R\ Su$, una de la fórmula RSu^2, y otra de la $R^2\ Su$. Las sales dobles son poco numerosas y se componen de la reunion de estas dos clases de fórmulas. Casi todas las sales son hidratadas y contienen cantidades de agua, tales que su oxígeno es dos, tres ó seis veces el de la base.

Respecto á los depósitos, no hay mas que dos especies que presentan masas considerables, las cuales se encuentran particularmente en los terrenos de sedimento. Algunas forman nidos ó riñones en los mismos terrenos; pero la mayor parte pertenecen á los depósitos metalíferos, bien sea que se encuentren subordinadas en ellos, bien que se formen continuamente por la descomposicion de los sulfuros. Algunas en corto número, se producen diariamente en las hornagueras abrasadas, en las solfataras, ó se encuentran en las solfataras antiguas. Hay algunas que se encuentran en eflorescencia en la seperficie de la tierra, ó en disolucion en las aguas de los lagos, ó de ciertos manantiales.

En cuanto á sus usos, basta decir que á este género pertenece el yeso, y un gran número de sales que se usan en medicina y en tintorería, pero que no son naturalmente bastante abundantes para las necesidades de las artes, por cuya razon hay que prepararlas artificialmente, valiéndose al efecto de las sustancias que las contienen ya formadas ó que contienen sus elementos.

PRIMERA ESPECIE.—ANGLESITA.

(*Plomo sulfatado, Sulfato de plomo*).

Es una sustancia blanca muy pesada, que cristaliza en octaedros de base rectangular, mas ó menos modificados, que pueden derivarse de un prisma recto romboidal de 103° 42′ y 76° 18′, ó bien volviendo los cristales de un prisma recto romboidal de 101° 12′ y 78° 48′; su peso específico varía de 6,23 á 6,31; es rayada por la baritina, frágil y fusible á la llama exterior del soplete, dando una perla lechosa; se reduce sobre el carbon á glóbulos metálicos por el fuego de reduccion y con la mayor facilidad por el intermedio del carbonato de sosa.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Pb\ Su^3$ y entre sus análisis pueden citarse los de Stromeyer y Klaproth que han dado los resultados siguientes,

Análisis de Stromeyer.

Acido sulfúrico.	26,0942
Protóxido de plomo.	72,4665
Agua.	0,1242
Hidrato de hierro.	0,0879
Oxido de manganeso é indicios de alúmina.	0,0666
Sílice.	0,5078

Análisis de Klaproth.

Acido sulfúrico.	24,8
Protóxido de plomo.	71,0
Agua.	2,0
Oxido de hierro.	1,0

Variedades. *Anglesita cristalizada.* Se presenta en octaedros rectangulares prolongados, mas ó menos modificados sobre las aristas y los ángulos.

Anglesita mamelonada, ó que se presenta en cristales embotados.

Anglesita compacta. Es vítrea y transparente ó litoidea y opaca.

Anglesita térrea. La anglesita compacta litoidea es una variedad de esta.

Esta sustancta es una de las materias accidentales de los criaderos metalíferos, principalmente de los de sulfuro de plomo y algunas veces tambien de los de minerales de cobre. En un principio se encontró en las minas de Anglesea, pero despues se ha encontrado en otras muchas localidades. Los mejores ejemplares proceden de Inglaterra, del país de Baden, de Siberia y de las minas de Linares en España; ha sido confundida por mucho tiempo con la cerusa.

Apéndice. *Sulfato de plomo cuproso.* Es una sustancia de color azul que cristaliza en prisma rectangular oblicuo, cuya base se halla inclinada al eje unos 110° 45′; su peso específico es de 5,30 á 5,43; está formada segun Brooke, de las sustancias siguientes:

Sulfato de plomo.	74,4
Oxido de cobre.	18
Agua.	4,7

lo cual pareceria producir la fórmula $Pb\ Su^3 + Cu\ Aq$, esto es, un átomo de sulfato de plomo con un átomo de hidrato de cobre.

Esta sustancia se encuentra en Escocia con el sulfato de plomo puro.

II ESPECIE.—BARITINA.

(*Barita sulfatada*, *Sulfato de barita*, *Espato pesado*, *Baro selenita*, *Baritita*, *Hepatita*, *Piedra fétida*, *Piedra de Bolonia*.

Es una sustancia por lo general blanquecina ó rojiza, pesada, de cristales muy variados, exfoliables en prisma recto romboidal de 101°42′ y 78°18′, cuya altura y lados son poco mas ó menos como los números 42 y 41; su peso específico es 4,7; es rayada por el espato fluor. Se funde difícilmente al soplete dando un esmalte blanco; no se reduce, y produce solo á la llama interior una materia de sabor hepático y picante atacable en parte por los ácidos. Su disolucion precita siempre por el ácido sulfúrico ó un sulfato por mas dilatada que esté, y da por la evaporacion agujas cristalinas no delicuescentes.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Ba\,Su^3$ ó en peso segun el conjunto de las investigaciones mas exactas.

Acido sulfúrico. . . .	34,37
Barita.	65,63
	100,00

pero frecuentemente se halla mezclada con diferentes materias, muchas de las cuales son seguramente arrastradas por la cristalizacion como sustancias isomorfas; tales son los sulfatos de estronciana y de cal; los otros parecen ser mezclas mecánicas.

Baritina cristalizada. Se presenta en cristales numerosos muy variados, comunmente en tablas rectangulares ó romboidales mas ó menos modificados.

Baritina de cresta. Se presenta en cristales pequeños agrupados, que imitan groseramente crestas de gallo, ó forman manchones mas ó menos grandes.

Baritina laminosa. Se compone de láminas grandes ó pequeñas.

Baritina bacilar, *fibrosa* (piedra de Bolonia). Se compone de fibras paralelas ó divergentes, y se encuentra en arcillas cerca de Bolonia; es muy fosforescente despues de la calcinacion, y se ha usado para preparar lo que se llamaba fósforos de Bolonia que han tenido gran celebridad.

Baritina granugienta. Forma masas pequeñas, compuestas de granos poco adherentes entre sí.

Baritina compacta. Es una variedad de la baritina laminosa ó granular.

Los colores de la baritina son; el blanco, blanco-amarillento, rojo de carne, agrisado, y negruzco. La baritina es por lo general una sustancia que forma filones muy abundantes sobre todo en los criaderos de minerales de plomo, plata, mercurio etc. de Inglaterra, Sajonia, Hungría, Transilvania, Almaden etc. Pero se encuentra tambien en venas en diferentes terrenos; en rocas graníticas en diferentes partes de los depósitos de sedimento, sobre todo en el grés rojo. Ademas, se encuentra esparcida en nidos pequeños en las arcillas secundarias de diferentes alturas; pero casi desaparece en la parte inferior de las formaciones pirásicas.

Esta sustancia casi no se emplea mas que para preparar las sales baríticas que se usan en los laboratorios. Se la mezcla reducida á polvo muy fino con la cerusa ó albayalde artificial, y esto á causa de su peso que no disminuye el del albayalde como la creta.

III ESPECIE.—CELESTINA.

(*Estronciana sulfatada*, *Sulfato de estronciana*).

Es una sustancia generalmente blanca en cristales variados, exfoliables en prisma recto romboidal de unos 104°½ y 75°½; su peso específico es 2, 9592; raya la caliza, y es rayada por el espato fluor; se funde fácilmente al soplete en esmalte blanco; no se reduce; produce á la llama interior una materia de sabor hepático y picante, atacable en parte por los ácidos. Su disolucion deja de precipitar por el ácido sulfúrico ó un sulfato cuando está muy dilatada, y da por la evaporacion agujas cristalinas no delicuescentes.

Su composicion se expresa por la fórmula $St\,Su^3$ ó en peso

Acido sulfúrico. . . .	43,64
Estronciana	56,36
	100,00

pero algunas veces se halla mezclada con diferentes materias extrañas, como lo indican varios análisis.

Celestina cristalizada. Se presenta en cristales bastante análogos á los de la baritina, pero menos numerosos en variedades; son prismas romboidales ú octaedros prolongados modificados de diferentes modos.

Celestina acicular. Forma cristales demasiado estrechos para que se puedan distinguir sus caras.

Celestina reniforme. Se encuentra en riñones compactos ó granulares mezclada con arcilla y caliza.

Celestina mamelonada, *estalactítica*. Se presenta en gruesas estalactitas cubiertas de cristales.

Celestina pseudomórfica. Se presenta bajo la forma lenticular tomada de el yeso, ó bajo la forma de conchillas.

Celestina laminar. Es poco comun.

Celestina bacilar fibrosa. Se compone de fibras gruesas divergentes, ó de pequeñas fibras rectas y paralelas.

Celestina compacta. Se manifiesta en las variedades reniformes.

Celestina terrosa. Se presenta en las variedades reniformes. Es ordinariamente calcarífera.

Los colores son: el blanco y el azulado, y por haberse conocido primero estas últimas variedades, se adoptó el nombre de celestina.

La celestina no es como la baritina una sustancia subordinada en los criaderos metalíferos; tampoco forma filones en los terrenos graníticos. No se encuentra sino en los depósitos basálticos y amigdaloideos, ó en los terrenos de sedimento donde se prolonga mucho mas que la baritina, puesto que se le encuentra hasta en los depósitos terciarios; sin embargo, donde se encuentra en mayor cantidad, es en la parte media de los terrenos de sedimento. Los mejores ejemplares descubiertos por Dolomieu se hallan en Sicilia en los depósitos de azufre intercalados en las margas y en las calizas. En todas las demás localidades en que esta sustancia se encuentra poco mas ó menos en la misma posicion geognóstica, en las calizas, margas ó grés como en Conil cerca de Cádiz, en Suiza, varios puntos de Francia, Hannover é Inglaterra, no presenta mas que riñones de estructura laminosa ó venas de estructura fibrosa.

En los depósitos de creta, presenta lindos cristales de color azul implantados en las cavidades de las equinitas y en las hendiduras del pedernal ó de la creta. Se la encuentra tambien en cristales pequeños semejantes en los lignitos de la arcilla plástica.

En las margas del yeso parisien, se encuentra en riñones mas ó menos voluminosos, ordinariamente bastante aplanados, bastante parecidos á un bollo ó torta pequeña, y que presentan hendiduras tapizadas de cristales de la misma sustancia ó de carbonato de cal; estos riñones constituyen algunas veces lechos horizontales.

En los depósitos basálticos ó amigdaloideos, la celestina forma riñones ya compactos, ya compuestos de agujas cristalinas, y acompaña á los silicatos hidratados tan comunes en esta clase de depósitos.

Esta sustancia no tiene absolutamente mas uso que el que se hace de ella en los laboratorios para preparar las sales de estronciana.

IV ESPECIE.—KARSTENITA.

(*Cal sulfatada anhidra; Cal sulfatina; Yeso anhidro; Anhidrita; Murialita; Espato cúrico; Vulpinita.*

Es una sustancia comunmente blanca ó violada, rara vez cristalizada; exfoliable en prisma rectangular recto; su peso específico es de 2,5 á 2,9, raya la caliza, y es rayada por el espato fluor; no da agua por la calcinacion; se funde con bastante dificultad y da un esmalte blanco; no se reduce, y da á la llama interior una materia hepática y alcalina atacable por los ácidos; su disolucion dilatada no precipita por un sulfato; pero siempre por un oxalato, y da por la evaporacion agujas cristalinas delicuescentes.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Au^3$, y sus análisis mas notables han dado los resultados siguientes:

Análisis de Klaproth.

Acido sulfúrico. . . .	57
Cal.	42
Oxido de hierro. . . .	0,10
Sílice.	0,25

Análisis de Stromeyer.

Acido sulfúrico. . . .	58,007
Cal	41,704
Sílice.	0,090
Agua.	0,072

Análisis de Rose.

Acido sulfúrico. . . .	56,28
Cal.	41,48
Agua.	0,75

Análisis de Beudant.

Acido sulfúrico. . . .	56
Cal.	39
Barita.	2
Sílice.	0,2
Cloruro de Sodio. . . .	2,7

Esta sustancia se halla algunas veces mezclada con yeso que procede quizá de una alteracion de la materia.

Variedades. *Karstenita cristalizada.* Es rara, se presenta en prismas octógonos ó en prismas rectangulares, modificados sobre los ángulos sólidos por facetas mas ó menos oblícuas.

Karstenita laminar. Se presenta en masas exfoliables, en prismas rectangulares.

Karstenita botrividea. Se presenta retorcida como los intestinos y con estructuras fibrosas mas ó menos finas.

Karstenita laminosa. Presenta diferentes subvariedades por el tamaño de las láminas y hasta la variedad sacaroidea.

Karstenita fibrosa. Se compone de fibras rectas ó divergentes.

Los colores de esta sustancia son: el blanco, agrisado, rojizo, violado, y azulado.

Depósitos y usos. La karstenita forma algunas veces masas considerables que se encuentran particularmente hácia la union de los terrenos de cristalizacion y de los de sedimento, ya en las rocas de la primera clase, ya en los depósitos de la segunda donde probablemente es producida como el yeso por la accion de los vapores sulfurosos sobre las capas calizas; así no forma capas contínuas extendidas de un lado á otro de una montaña, sino depósitos que se encuentran como engastados en las laderas de los montes.

Tambien se la encuentra en la parte inferior de los terrenos de sedimento principalmente con los depósitos salíferos en masas mas ó menos considerables ó en venillas que presentan estructura fibrosa. Hay localidades en que esta materia es muy abundante, como Suiza, Wurtemberg, Salzburgo, Tirol etc.; pero otras por el contrario en que se halla muy poca cantidad, como Wil'iczka y Bochnia en Galitzia. En las partes medias de los terrenos de sedimento, desaparece enteramente.

Algunas variedades de karstenita laminar podrian emplearse como mármoles si tuvieran tintes mas marcados en grandes partes; se han trabajado algunas variedades de color blanco agrisado que son de bastante buen efecto é imitan á los mármoles pentílicos. Pero solo uno se usa habitualmente en Italia con el nombre de *bardiglio ó mármol de Bérgamo* para hacer mesas, jambas de chimenea etc.; es de color gris azulado, ó azul muy agradable, y se saca de Vulpino á quince leguas de Milan.

V ESPECIE.—YESO.

(*Cal sulfatada, Selenita, Espato selenitoso*).

Es una sustancia lo mas comunmente blanca; sus cristales se derivan de un prisma oblícuo rectangular, cuya base se halla inclinada al eje unos 113° y 67°; se divide con facilidad en hojas paralelas á los dos planos laterales que se rompen en seguida ó se encorvan paralelamente á la base y á los otros dos planos del prisma; su peso específico es 2,3316; es rayada por la caliza y aun simplemente por la uña. Da agua por la calcinacion, y en lo demás obra como la karstenita de la cual no se diferencia químicamente sino por la presencia del agua.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Au^3 + 2\ Aq$, y su análisis hecho por Bucholz ha dado los resultados siguientes:

Acido sulfúrico. . . .	46
Cal.	33
Agua.	21.

Variedades. *Yeso cristalizado.* (Selenita). Ordinariamente se presenta en tablas romboidales biseladas de diferentes maneras en los bordes.

Yeso acicular. Se presenta en cristales pequeños mal conformados y agrupados entre sí.

Yeso cilindroideo. Se presenta en cristales grandes mal conformados, simples ó agrupados en cruz, en estrellas etc.

Yeso lenticular. Se compone de lentejuelas simples ó reunidas de dos en dos, y que presentan entonces por la fractura la disposicion en hierro de lanza.

Yeso dendrítico. Forma cristales pequeños agrupados en dendritas en la superficie de los cuerpos extraños ó unos sobre otros.

Yeso incrustante. Se halla depositado sobre plantas, cuya forma ha tomado.

Yeso laminar. Se presenta en masas cristalinas susceptibles por la exfoliacion de dividirse en placas ó en hojas mas ó menos extensas.

Yeso laminoso. Forma laminillas entrecruzadas mas ó menos anchas y pasa al yeso sacaroideo.

Yeso fibroso. Se compone ordinariamente de fibras rectas paralelas muy finas, y de lustre nacarado y sedoso.

Yeso granular. Se encuentra en granos que presentan mas ó menos agregacion.

Yeso niviforme. Se compone de escamillas blancas amontonadas unas sobre otras formando una masa muy ligera que puede compararse á una bola de nieve.

Yeso compacto. (Alabastro yesoso). Son variedades extremas del yeso laminoso.

El color del yeso es casi siempre blanco mas ó menos sucio, y algunas veces rojo por efecto de una mezcla de arcilla ferruginosa.

Las variedades transparentes tienen con frecuencia lustre nacarado, y algunas veces presentan una claridad perfecta.

Depósitos. El yeso pertenece en cierto modo á todas las especies de depósitos que se encuentran en la superficie de la tierra. Se le ve primeramente en los terrenos de cristalizacion en la pendiente de los valles ó mas bien de los circos donde como hemos dicho en otro lugar, parece ser resultado de la accion de los vapores sulfurosos sobre las capas calizas. Quizá se encuentra en masas mas ó menos considerables intercaladas en los micasquistos, en la via del Simplon y en el San Gotardo; pero indudablemente se le ve en relacion íntima con las amigdaloides en el Delfinado, y con las serpentinas en dicho país en el valle de Aosta y en los Pirineos. Se halla esparcido en masas superficiales en las laderas de las montañas compuestas de materias esquistosas y situadas en la union de los terrenos cristalinos y sedimentosos.

Por lo demás, el yeso es muy abundante en los terrenos de sedimento, y forma en ellos masas mas ó menos considerables. Se encuentra primero en las calizas peneanas formando el zechstein de los alemanes, despues en el grés abigarrado en Turingia, en la caliza conquiliana de Wutemberg, en las margas irisadas de algunos puntos de Francia, en el lias de las montañas del Jura, Lorena etc. donde forma depósitos considerables. Desaparece algun tanto en la formacion jurásica; pero vuelve á manifestarse en sus partes superiores; despues en el grés verde que precede á la creta, y finalmente, en los terrenos terciarios donde forma depósitos bastante considerables sobre caliza grosera parisien. En esta posicion es notable sobre todo, por una gran cantidad de restos de mamíferos, de aves, y de reptiles. En España se encuentra en varias provincias, y especialmente en la de Madrid.

Usos. En algunas localidades se han usado las variedades laminares y transparentes de yeso para reemplazar al cristal y cubrir imágenes pequeñas; y de aquí procedieron los nombres de piedra de Jesús, espejuelo y espejo de asno.

Las variedades compactas blancas que se tallan con mucha facilidad, se usan con los nombres de *alabastro, alabastro yesoso, y alabastrita* para formar vasijas, pedestales de reloj, y figurillas con que se adornan las habitaciones. En Italia se fabrican la mayor parte de estas obras, y las materias se sacan principalmente de las cercanías de Volterra. Las demás variedades sirven para preparar por medio de la calcinacion el yeso vivo muy útil en las construcciones.

VI ESPECIE.—GLAUBERITA.

(*Brongnartita, Polihalita de Vic*).

Es una sustancia que cristaliza en prismas oblícuos romboidales de 82°20′ y 96°40″, cuya base se halla inclinada sobre las caras 104°15′; su peso específico es 2,73; blanquea al soplete, y se funde despues en esmalte blanco; es atacable por el agua con precipitado de sulfato de cal; su disolucion da por la evaporacion agujas cristalinas que se eflorecen al aire.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Au^3 + Na\ Au^3$ segun los análisis siguientes:

Glauberita roja de Villarrubia por Brongniart.

Sulfato de cal.	49
Sulfato de sosa.	51

Polyhabita cristalizada de Vic por Berthier.

Sulfato de cal.	40,0
Sulfato de sosa.	37,6
Sulfato de magnesia. . . .	0,5
Cloruro de sodio.	15,4
Arcilla y óxido de hierro.	4,5
Pérdida por calcinacion. .	2,0

Se ve por consiguiente, que la polyhalita de Vic no difiere de la glanberita, mas que por las mezclas que se encuentran en ella. Estas mezclas son de sulfato de cal anhidro, que algunas veces existe en muy grande cantidad, de sulfato de magnesia que reemplaza quizá al sulfato de sosa, de sal comun, y de materias arcillo-ferruginosas.

Variedades. *Glauberita cristalizada.* Se presenta en prismas oblícuos romboidales, simples ó modificados sobre las aristas obtusas de las bases.

Esta sustancia se encuentra en cristales blanquecinos ó agrisados diseminados en la sal comun, en las arcillas salíferas, como en Villarrubia, junto á Ocaña, provincia de Toledo, y en Vic departamento del Meurthe en Francia, ó bien en riñones compactos en las arcillas salíferas, como en esta última localidad.

Apendice. *Polyhalita gris de Vic.* Existe en Vic una sustancia gris, que podria formar quizá una especie particular, ó en la que seria necesario admitir, reemplazada una parte de sulfato de sosa, por otra de sulfato de magnesia. Berthier ha encontrado en ella:

Sulfato de cal.	40,0
Sulfato de sosa.	29,4
Sulfato de magnesia. . .	17,6
Cloruro de sodio. . . .	0,7
Acido y óxido de hierro. .	4,3
Pérdida al fuego. . . .	8,0

Es posible que esta sea una materia de la fórmula $Ca\ Su^3 + (Na, M)\ Su^3$, mezclada con sulfato de magnesia, etc.; pero tambien se podria suponer que fuera $2\ (Ca, M)\ Su^3 + Na\ Su^3$ empleando todo el sulfato de magnesia como isomorfo del sulfato de cal; de aquí resultaria una especie particular, pero se necesitan nuevos datos para establecerla.

Polyhalita de Ischer en el Austria inferior. Esta sustancia parece ser bastante análoga á la anterior, pero en lugar de tener base de sosa, la tendria de potasa, lo que estableceria siempre una especie distinta.

Stromeyer que siempre ha trabajado independientemente de la teoría atómica, ha presentado la composicion de esta materia del modo siguiente:

Sales anhidras.	Sulfato de cal. . . .	22,2184
	Sulfato de potasa. . .	27,6347
	Sulfato de magnesia. .	20,0347
	Sulfato de hierro. . .	0,2927
	Sulfato de cal hidratada.	28,4580
	Cloruro de sodio. . .	0,1910
	Cloruro de magnesia. .	0,0100
	Peróxido de hierro. . .	0,1920

Esta manera de presentar los resultado de las investigaciones analíticas, se presta maravillosamente al cálculo atómico; se ven las relaciones bien determinadas, de donde se pueden sacar las fórmulas $Ca\ Su^3 + K\ Su^3 + M\ Su^3$ ó bien $2\ (Ca, M)\ Su^3 + Ca\ Su^3$, siendo las otras materias mezclas que se descubren algunas veces á simple vista. La última fórmula es análoga á la que se puede sospechar en la polyhalita gris de Vic, lo que tenderia á confirmarla; pero en este último caso habria dos especies distintas, puesto que en una existe sulfato de potasa y sulfato de sosa en la otra.

Berzelius hace entrar el sulfato de cal hidratado en la combinacion; es notable en efecto, que esta sal, está tambien en proporcion determinada, y entra por una átomo en el cuerpo, lo que da la fórmula $2\,Ca\,Su^3 + K\,Su^3 + M\,Su^3 + 2\,Aq$, ó bien $(Ca, M)\,Su^3 + K\,Su^3 + (Ca\,Su^3 + 2Aq)$ que expresa mejor el hecho presentado por el análisis.

Esta sustancia se encuentra en riñones mas ó menos compactos, de color rojo, en las arcillas salíferas de Ischel en el Austria inferior. Materias análogas que no se han analizado se encuentran en Berchtesgaden en Salzburgo, y en Aussec.

VII ESPECIE.—THENARDITA.

Es una sustancia soluble, eflorescente en la superficie, que cristaliza en el sistema prismático rectangular recto; exfoliable en prismas romboidales cuyos ángulos son próximamente de 125° y 55°; su peso específico se aproxima al de la gluberita: no da agua por la calcinacion: es soluble en el agua; su disolucion no precipita por el hidroclorato de platino, pero deja por la evaporacion abujillas cristalinas que se eflorecen al aire.

Su composicion se expresa por la fórmula $Na\,Su^3$, con una pequeña cantidad de sub-carbonato de sosa, segun los análisis de Casaseca, que han dado:

Sulfato de sosa. . . .	99,78
Sub-carbonato de sosa. .	0,22

Thenardita cristalizada. Se presenta en octaedros romboidales, simples ó modificados en el vértice, que estan agrupados unós sobre otros.

Esta sustancia se deposita en costras cristalinas en el fondo de las aguas, en el lugar llamado las salinas de Espartinas, cinco leguas de Madrid y dos y media de Aranjuez. Es esplotada para fabricar el sub carbonato de sosa artificial.

VIII ESPECIE.—EXANTHALOSA.

(*Sulfato de sosa eflorecido, Sal de Glaubero, Glaubersalz, Sal admirable*).

Es una sustancia que se presenta en eflorescencia blanca; soluble y de sabor amargo; da por la disolucion en el agua cristales en prismas romboidales; da agua por la calcinacion; su disolucion acuosa no precipita ni por el hidroclorato de platino, ni por el carbonato de amoniaco, y da por la evaporacion agujas cristalinas esflorescentes.

Su composicion se expresa por la fórmula $Na\,Su^3 + Aq$ en estado de eflorescencia, y su análisis da los resultados siguientes:

Acido sulfúrico. . . .	44,8
Sosa.	35,0
Agua.	20,2

Esta sal se presenta en estado de eflorescencia sobre lavas intactas, y sobre lavas alteradas en las solfataras. Existe en las galerías de las salinas de Austria, Salzburgo y Tirol. Se cita en eflorescencia alrededor de ciertos lagos de Siberia, cuyas aguas suelen contener en disolucion una cantidad bastante grande para que se formen costras cristalinas durante el invierno.

Se recoge esta sal en algunas localidades para diferentes usos en las artes, puede servir inmediatamente para la fabricacion de los vidrios comunes, y para la preparacion del sub-carbonato de sosa artificial de que se hace un gran consumo.

Apendice. Existen materias, en las cuales se encuentra al mismo tiempo, sulfato de sosa y sulfato de magnesia que podrian muy bien ser sales dobles, pero que aun no se conocen bastante para establecerlas como especies en la naturaleza. Tales son las materias siguientes:

Sulfato de sosa y de magnesia de las antiguas labores de Schemnitz. Se presenta en penachos cristalinos no eflorescentes, compuestos de agujillas en prismas romboidales en los cuales ha reconocido Beudant los principios siguientes:

Acido sulfúrico.	44,7
Sosa.	17,6
Magnesia.	11,4
Agua.	25,4
Materia terrosa. . . .	0,9
	100,0

que parecen indicar la fórmula $Na\,Su^3 + M\,Su^3 + 5\,Aq$; esta seria por consiguiente una sustancia análoga á la que se obtiene artificialmente en los laboratorios, y que se conserva al aire mucho mejor que el sulfato de sosa puro.

La *Bloedita* de John, parece ser una sustancia análoga á la precedente; este químico ha encontrado en ella por el análisis:

Sulfato de sosa. . . .	33,34
Sulfato de magnesia. .	36,66
Sulfato de manganeso. .	0,33
Sulfato de hierro. . .	0.34
Cloruro de sodio. . . .	0,33
Agua.	22

donde se encontraria la fórmula $Na\,Su^3 + M\,Su^3 + 5\,Aq$, suponiendo todavía un poco de agua perdida.

Esta materia procede de las salinas de Ischel en el Austria inferior.

La *Reussina* presenta tambien segun el análisis la reunion de los dos sulfatos; á saber:

Sulfato de sosa. . . .	66,04
Sulfato de magnesia. . .	31,35
Sulfato de cal. . . .	0,42
Cloruro de magnesia. .	2,19

Pero, por una parte se ven las dos sales en proporciones muy diferentes de los análisis anteriores, y por otra no se sabe cuales sean las cantidades de agua admitida en cada sal por el autor. Añadiremos que en el solo ejemplar que ha visto Beudant de esta materia, no ha encontrado sino una sustancia eflorecida que no contiene magnesia, pero en la que existian en pequeños granos cristalinos no eflorescentes. De esto resultaria que la reussina, no seria otra cosa que sulfato de sosa ordinario, eflorecido, conteniendo algunas sales dobles mezcladas en pequeños cristales.

Esta sal se encuentra en eflorescencia alrededor de los pantanos de Serpina, cerca de Billin en Bohemia.

IX ESPECIE.—APTHALOSA.

(*Potasa sulfatada, Tártaro vitriolado, Sal de Duobus, Sal policresta de Glaser*).

Es una sustancia blanca, inalterable al aire; es soluble; ligeramente amarga, y cristaliza en prismas romboidales de 118° 8′; su peso específico es 2, 4; no da agua por la calcinacion: es soluble en el agua; su disolucion da un precipitado amarillo por el cloruro de platino.

Su composicion se expresa por la fórmula $K\,Su^3$ ó en peso:

Acido sulfúrico. . . .	45,95
Potasa.	54,07

Aphthalosa cristalizada. Se presenta en cristales obtenidos artificialmente, y que por lo comun forman dodecaedros bipiramidales.

Apthalosa mamelonada. Forma pequeñas masas

mamelonadas en las cavidades de las lavas del Vesubio.

Esta sustancia poco comun en la naturaleza, no se encuentra apenas, y para eso en pequeña cantidad, sino entre los productos de los volcanes; cubre las lavas recientes de un barniz ligero, ó forma en sus cavidades masas pequeñas mamelonadas algunas veces teñidas de color verdoso ó azulado por las sales de cobre.

X ESPECIE.—MASCAGNINA.

(*Amoniaco sulfatado*).

Es una sustancia blanca, soluble, amarga, y muy picante, que cristaliza en prismas romboidales; es soluble en el agua, y su disolucion desprende olor de amoniaco sin dar precipitado por la adicion de un álcali cáustico.

Su composicion se expresa por la fórmula $(Ni\ Hy^3)^2Su{+}2\ Aq$ ó en peso:

Acido sulfúrico.	53,1
Amoniaco.	22,6
Agua.	24,3

Esta sustancia se encuentra en eflorescencia sobre las lavas recientes del Vesubio y el Etna, ó en las lavas descompuestas de las solfataras de Puzzola, en las hornagueras abrasadas de algunos puntos de Francia; en la superficie de las llanuras arenosas de las cercanías de Turin y en disolucion en las aguas de algunas lagunas de Toscana.

XI ESPECIE.—EPSOMITA.

(*Sulfato de magnesia, Sal de Epsom, Sal de Inglaterra ó de Sedlitz, Sal de Calatayud, de Vacia-Madrid, de la higuera, amarga, purgante ó catártica*).

Esta sal es una sustancia blanca, ligeramente eflorescente en la superficie, soluble y muy amarga; cristaliza en prismas romboidales muy aproximados al prisma rectangular, de 90°30′ y 89°30′; su peso específico es 1,66; da agua por la calcinacion; es soluble en el agua, y su disolucion da por la potasa un precipitado blanco, pulverulento, que se vuelve de color de lila cuando se calienta sobre el carbon despues de haberle humedecido con una gota de nitrato de cobalto.

Su composicion se expresa por la fórmula $MSu^3{+}6Aq$, y su análisis, hecho por Vogel, ha dado el resultado siguiente:

Acido sulfúrico.	33
Magnesia.	18
Agua.	48

Pero esta materia se halla algunas veces mezclada con diferentes sulfatos como se ve en los análisis siguientes:

Epsomita de Aragon.

Sulfato de magnesia seco.	48,60
Sulfato de sosa. . . .	1,35
Agua.	50

Epsomita cobaltífera de Herrengrund.

Sulfato de magnesia hidratado.	92,86
Sulfato de cobre.	3,57
Sulfato de manganeso y de cobalto.	3,57

Epsomita cristalizada. Se presenta en cristales formados por el arte; en prismas las mas veces terminados por pirámides de cuatro caras y modificados en dos de las aristas laterales.

Epsomita estalactítica. Se halla teñida de color de rosa por el sulfato de cobalto.

Epsomita accicular. Se presenta en eflorescencia salina en la superficie de la tierra.

Epsomita fibrosa. Se presenta en fibras rectas, y algunas veces poco adherentes entre sí.

Esta especie de sal, poco abundante en la naturaleza, se encuentra en eflorescencia en la superficie de la tierra, en las estepas de la Siberia segun Patrin, que quizá la ha confundido con sulfato de sosa, y en España en la superficie de ciertos esquistos aluminosos en Suiza y Saboya; en algunas hornagueras abrasadas de Francia, y en las solfataras. Tambien se encuentra en los trabajos de las minas, ya en los criaderos metalíferos, como en Hungría, Croacia y Carniola, ya en los depósitos salíferos, como en el Tirol, Salzburgo y Calatayud; pero sobre todo se encuentra abundantemente disuelta en las aguas minerales de algunas localidas como Epson en Inglaterra, y Sedlitz y Egra en Bohemia.

La epsomita se usa en medicina como purgante, y se hace de ella un consumo bastante grande, empleándose al efecto las aguas minerales naturales, ó aguas de Sedlitz, ó la sal en dosis mas ó menos fuertes; sirve tambien para extraer la magnesia. En algunas localidades se prepara esta sal artificialmente, ya sea tostando las serpentinas, mezcladas con pirita, ya tratando las calizas magnésicas ó la dolomia por el ácido sulfúrico, etc.

XII ESPECIE.—GALLIZINITA.

(*Zinc sulfatado, Vitriolo blanco, Vitriolo de Goslar, Caparrosa blanca*).

Es una sustancia blanca; ligeramente eflorescente en la superficie, soluble y de un sabor estíptico; cristaliza en prismas romboidales de 91°7′ y 88°53′; su peso específico es 2,0; da agua por la calcinacion; es soluble en el agua y su disolucion da por la potasa ó por el amoniaco un precipitado blanco galatinoso, que se redisuelve en un exceso de álcali.

Su composicion se expresa por la fórmula $ZiSu^3{+}6Aq$, y su análisis, hecho por Beudant, ha dado el resultado siguiente:

Acido sulfúrico. . . .	29,8
Oxido de zinc. . . .	28,5
Oxido de manganeso. .	0,7
Oxido de hierro. . . .	0,4
Agua.	40,8
	100,2

Gallicinita acicular y mamelonada. Se presenta en pequeños penachos cristalinos, que son ordinariamente amarillentos, compuestos de agujillas entrelazadas, algunas veces coloreadas de azul por el sulfato de cobre.

Esta sustancia no se encuentra mas que en las galerías de las minas, particularmente en las que estan abandonadas como en Goslar en Westfalia, Schemnitz en Hungría, Fahlun en Suecia, Holy-Well en Inglaterra, etc.

XIII ESPECIE.—RODALOSA.

(*Cobalto sulfatado*).

Es una sustancia rojiza, soluble, de sabor estíptico y amargo, capaz de cristalizar en prismas oblícuos, romboidales, de 97°35′ y 82°25′, cuya base se halla inclinada sobre los planos 108°, y 82° próximamente; da agua por la calcinacion, y toma un tinte de color de rosa claro; es soluble en el agua, y la disolucion da por los álcalis un precipitado azul que forma un vidrio del mismo color con el bórax.

Parece que existen varias especies de sulfato de cobalto. Un análisis hecho por Beudant sobre una sustancia cristalina de color de rosa, procedente sin duda de Bieber en el Hanau, ha dado el resultado siguiente:

Acido sulfúrico. . . .	30,2
Oxido de cobalto. . . .	28,7
Oxido de hierro. . . .	0,9
Agua.	41,2

Composicion que se expresa por la fórmula $CoSu^3+6Aq$.

Pero un análisis hecho por Kopp, sobre una sustancia de Bieber, ha dado un resultado muy diferente, á saber:

Acido sulfúrico. . . .	19,74
Oxido de cobalto. . . .	38,71
Agua.	41,55

La cantidad de agua es únicamente la misma que en el análisis anterior; las demás proporciones son muy diferentes, y no se puede sacar de ellas mas que la fórmula irregular Co^2Su^3+9Aq.

Finalmente, Berzelius, no sabemos por qué análisis, ha admitido la fórmula $CoSu+4Aq$.

Parece evidente que hay en esta especie varias composiciones muy diferentes unas de otras. El primer análisis ofrece precisamente la que se obtiene del sulfato de cobalto en los laboratorios, y la que afecta al sistema de cristalizacion que hemos indicado.

Los sulfatos de cobalto, se encuentran formando ligeros barnices en algunas minas cobaltiferas de Hanau y Hungría, ó en disolucion en las aguas de estas minas con otras varias sales.

XIV ESPECIE —MELANTERIA.

(*Hierro sulfatado*, *Vitriolo marcial*, *Caparrosa verde*).

Es una sustancia verdosa, soluble, de un sabor de tinta; cristaliza en prismas oblícuos, romboidales, de 99°30′ y 80°30′, cuya base está inclinada sobre las caras cerca de 108° y 82′; su peso específico es de 184 á 1,97; da agua por la calcinacion con residuo blanco; es soluble en el agua; su disolucion precipita abundantemente en vez de azulado ó en blanco azulado por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $FeSu^3+6Aq$, y su análisis ha dado el resultado siguiente:

Acido sulfúrico. . . .	28,8
Protóxido de hierro. . .	25,7
Agua.	45,4

Melanteria cristalizada. Son cristales obtenidos por el arte, que presentan prismas romboidales, simples, ó modificados sobre los ángulos.

Melanteria fibrosa. Se presenta en venas en las materias terrosas, esquistosas, en las que proceden de la descomposicion de las piritas.

Esta sustancia, que proviene de la descomposicion del sulfuro de hierro, principalmente del sulfuro esperkisa, se encuentra en los criaderos metalíferos, en los depósitos de lignitos piritosos, y en general donde quiera que se encuentran piritas en descomposicion.

Se emplea para preparar la tinta, para todas clases de tintes negros, y para muchos otros; se la prepara artificialmente para las artes, favoreciendo la eflorescencia de las piritas en todas las materias donde se encuentra en abundancia.

XV ESPECIE.—NEOPLASA.

(*Hierro sulfatado de rojo*, *Sulfato biferroso-férrico*).

Es una sustancia roja, soluble, de un sabor estíptico de tinta; susceptible de cristalizar en prismas romboidales, oblícuos, de 119°66′, con una base inclinada sobre las caras 113°37′; su peso específico es 2,039; da agua por la calcinacion con residuos de materia roja; es soluble en el agua; su disolucion precipita en azul intenso por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $fF^3Su^8Aq^{12}=fSu+^2 3FSu^2+12Aq$; ó en peso segun las investigaciones de Berzelius.

Acido sulfúrico.	32,58
Protóxido de hierro. . . .	10,71
Peróxido de hierro. . . .	23,86
Agua.	32,85

No hay por consiguiente, ninguna analogía con la sal precedente, pues que aquí el sulfato de protóxido combinado es de la fórmula fSu^2, mientras que en el melanteria es de la fórmula fSu^3. Esta sal está ademas mezclada con diferentes materias, como lo indica el análisis de la de Fahlun, hecho por Berzelius, que ha dado:

Sulfato neoplasa.	59,45
Sulfato pittizita.	8,73
Sulfato epsomita.	27,11
Sulfato karstenita. . . .	6,71

Esta sal se encuentra en el interior de los trabajos de las minas, donde se produce diariamente por la descomposicion de las piritas, como en Fahlun, en Suecia, y Friberg en Sajonia.

XVI ESPECIE.—PITTIZITA.

(*Egsenpecherz*, *Hierro sulfatado ocráceo*, *Hierro oxidado resinita*).

Es una sustancia parduzca, de polvo amarrillo; es insoluble, no cristaliza; da agua por la calcinacion con residuo rojo; es atacable por los ácidos; su disolucion precipita abundantemente en azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $F^2Su+2Aq$, ó en peso, segun el análisis de Berzelius.

Acido sulfúrico.	15,9
Peróxido de hierro. . . .	62,4
Agua.	21,7

Pittizita estalactítica memelonada. Se halla formada en diferentes puntos á la salida de las aguas cargadas de materias ferruginosas.

Pittizita pulverulenta. Está formando depósitos en las galerías de las minas y en las solfataras.

Pittizita incrustante. Se encuentra en películas á la superficie de diversas materias cristalizadas ó amorfas.

Esta sustancia proviene de la descomposicion de los sulfuros en el interior de las minas, donde es acarreada por las aguas, y forma depósitos mas ó menos considerables; existe algunas veces mezclada con una cantidad mayor ó menor de arseniato de peróxido de hierro. Se encuentra tambien en las solfataras, donde proviene de la accion de los ácidos sobre las diferentes materias ferruginosas. Se forma, en fin, por la descomposicion del sulfato rojo, que constituye la especie precedente.

APÉNDICE. Es probable que existan varios subsulfatos de peróxido de hierro: primero, por una parte quizá, se ha cometido un error en desechar el análisis de Klaproth, hecho sobre un ejemplar de la coleccion de Karsten, que ha dado el resultado siguiente:

Acido sulfúrico.	8
Peróxido de hierro. . . .	67
Agua.	25

Una sustancia de un color rojo de jacinto, traslu- ciente, de un brillo resinoso, de las minas de Freyberg, ha dado á Beaudant poco mas ó menos el mismo resultado; lo que conduciria á la fórmula $F^4Su+4Aq$. Pareceria, pues, que esta materia es una especie particular que se forma diariamente en las minas. Habia sido en un principio adoptada por Berzelius como especie distinta, pero ha sido desechada posteriormente á consecuencia del análisis que Stromeyer ha hecho de una sustancia designada bajo el mismo nombre en la cual ha encontrado el ácido arsénico, y que hace sospechar un error en el análisis de Klaproth.

2.° Dumeril ha hecho el análisis de un cisenpecherz de Freyberg, que le ha dado el resultado siguiente:

Acido sulfúrico.	14,42
Peróxido de hierro. . . .	50,53
Agua.	33,30
Acido fosfórico.	1,75
(Quizá ácido arsénico).	

lo cual pareceria conducir á la idea de la composicion expresada en la fórmula $F^2Su+4Aq$. Si no hay aquí ningun error, tendremos entonces evidentemente una quinta especie de sulfato de hierro.

XVII ESPECIE.—CYANOSA.

(*Cobre sulfatado, Vitriolo de cobre, Caparrosa azul*).

Es una sustancia de color azul, de un sabor estíptico, que cristaliza en prismas oblícuos con base de paralelógramo oblicuángulo, de unos 124° y 56°, y cuya base está inclinada sobre los planos unos 109°30′ y 128°30′; su peso específico es 2,19; da agua por la calcinacion con residuo blanco; es soluble en el agua; su disolucion deposita cobre metálico sobre una lámina de hierro; se vuelve de un color azul mas intenso por la adicion del amoniaco en exceso; precipita en azul por la potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $CuSu^3+6Aq$, ó en peso:

Acido sulfúrico.	32,14
Oxido de cobre.	31,80
Agua.	36,06

mas ó menos mezclada con sulfato melanterio.

Cyanosa cristalizada. Se presenta en cristales obtenidos comunmente por el arte, y que forman prismas mas ó menos modificados sobre las aristas ó los ángulos.

Cyamosa incrustante. Forma barnices mas ó menos cristalinos sobre diversas materias minerales.

Esta sustancia proviene de la descomposicion de los sulfuros cuprosos, y se encuentra particularmente en los criaderos metalíferos de esta especie. Está disuelta, y arrastrada por las aguas (llamadas aguas de cementacion), y cristalizada aquí y allá en las labores de las minas. Existe casi en todas partes, pero hay localidades donde se forma mas, y entonces se procede á reunir las aguas, ya para evaporarlas y obtener la sal, ya para echarlas sobre hierro viejo, donde la sal se descompone, y el cobre se precipita en estado metálico.

XVIII ESPECIE.—BROCHANTITA.

(*Sub-sulfato de cobre*).

Es una sustancia verdosa, insoluble, que cristaliza en prisma recto romboidal, de 117° y 63°, ó bien es terrosa; su peso específico es de 3,78 á 3,87. Da agua por la calcinacion; es atacable por los ácidos: su disolucion ofrece los caracteres de la especie anterior.

Su composicion se expresa por la fórmula $CuSu+Aq$, segun un análisis de Magnus, que ha dado:

Acido sulfúrico.	17,426
Oxido de cobre.	66,935
Agua.	11,917
Oxido de plomo.	1,048
Oxido de estaño.	3,145

lo que produciria la fórmula indicada con un poco de óxido de cobre superabundante.

Esta es tambien la composicion del sub-sulfato, que se obtiene en los laboratorios.

Esta materia se encuentra en pequeños cristales, observados por Levy en Ekatherinenburgo en Siberia, ó en forma puverulenta en el fondo de las aguas cargadas de sulfato cyanoso que se encuentra en las minas de Sainbel, cerca de Lyon, y de Smolniz en Hungría. Ha sido confundida con la malaquita pulverulenta.

Apendice. *Kœnigita.* Es una sustancia verde, que cristaliza en prismas rectos romboidales de unos 105°, exfoliables paralelamente á su base. Se compone tambien de sub-sulfato de cobre, segun los ensayos de Wollaston.

Procede de Werchetori en Siberia, donde está diseminada en el óxido de cobre ferruginoso.

XIX ESPECIE.—SUB-SULFATO DE URANO.

Es una sustancia amarilla, terrosa, insoluble; da agua por la calcinacion; y es atacable por los ácidos; su disolucion da un precipitado rojo pardo por el hidrocianato ferruginoso de potasa; es probable que sea un sulfato de peróxido hidratado.

Esta materia reconocida por John é indicada por él como sub-sulfato de Urano, se encuentra con la especie siguiente:

XX ESPECIE.—SULFATO VERDE DE URANO.

Es una sustancia verde, soluble, que se presenta en agujas cristalinas, y da agua por la calcinacion; su disolucion precipita cobre sobre una lámina de hierro y da en todo lo demás las reacciones de la especie anterior.

Esta materia que es sin duda un sulfato de protóxido de urano mezclado ó combinado quizá con sulfato de cobre, ha sido encontrada con la anterior en Joachimsthal en Bohemia en un filon llamado *Rothengang*, que atraviesa el micasquisto.

XXI ESPECIE.—ALUNOGENO.

Es una sustancia blanca, fibrosa, soluble, de sabor agrio: no cristaliza; da agua por la calcinacion; su disolucion acuosa, da por el amoniaco un precipitado gelatinoso, que se redisuelve por la potasa y la sosa; el líquido que sobrenada no contiene nada.

Su composicion se expresa por la fórmula $A\ Su^3+3\ Aq$, como se ve en los análisis siguientes:

Alunogeno de la Guadalupe por Beudant.

Acido sulfúrico. . . .	39,94
Alúmina.	16,76
Agua.	36,44
Alumbre potaseado. . .	4,58
Melanteria.	1,94

Alunogeno de Rio Saldana por Boussingault.

Acido sulfúrico. . . .	36,40
Alúmina.	16,00
Agua.	46,60
Oxido de hierro. . . .	0,04
Cal.	0,02
Arcilla.	0,04

En el primer análisis parece que hay demasiada agua, porque la relacion de 3 á 4, no concuerda con el conjunto de las observaciones hechas sobre las proporciones; por consiguiente se podria admitir la fórmula $A\ Su^3\ Aq^3$. En el segundo análisis, parece por el contrario que hay un poco de agua perdida, y se tendria la fórmula $A\ Su^3\ Aq^6$ ¿Existen dos especies que no difieren una de otra mas, que en la cantidad de agua, ó bien se debe admitir una de las fórmulas, suponiendo un error, ó una mezcla en el análisis que corresponde á la otra? Beudant supone que podrian admitirse dos especies de hidrato. De cualquier modo que sea, claro está que estas sustancias no se pueden referir á ninguna de las otras especies de sulfatos aluminosos.

Alunogeno fibroso. Se presenta en pequeñas masas mamelonas compuestas de agujillas divergentes del centro á la circunferencia, ó bien en semillas compuestas de fibrillas paralelas.

Alunogeno escamoso. Forma masas pequeñas compuestas de laminillas ligeramente nacaradas amontonadas confusamente unas sobre otras.

Esta sustancia se encuentra en las solfataras de Guadalupe y de Puzzola, donde procede de la accion de los vapores sulfurosos sobre los silicatos arcillosos que constituyen los traquitos ú otras materias en medio de las cuales se encuentran las solfataras. Boussingault ha observado la que analizó en los esquistos intermediarios que forman las orillas del rio Saldaña en Colombia.

El alunogeno seria una materia muy preciosa para la fabricacion del alumbre, si se encontrara en gran cantidad; porque no habria que hacer mas que disolverle y añadirle sulfato de potasa.

Apendice. Existen varias materias que no se encuentran cristalizadas regularmente, que por su composicion parecen unas veces simples mezclas y otras sales dobles en proporciones definidas, á saber:

Alumbre de pluma. Sustancia fibrosa, de color blanco amarillento, soluble en el agua, que da un precipitado gelatinoso por el amoniaco, y verdoso ó azulado por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Se compone de alunogeno y de melanteria, como indican los análisis siguientes:

Análisis de Phillips.

Acido sulfúrico.	30,9
Alúmina.	5,2
Protóxido de hierro.	20,7
Agua y pérdida.	43,2

Análisis de Berthier.

Acido sulfúrico.	34,4
Alúmina.	8,8
Protóxido de hierro.	10,0
Magnesia.	0,8
Agua.	44

En el primer análisis se observan relaciones exactas entre las cantidades de oxígeno de los principios componentes; de manera que puede deducirse la fórmula $A\ Su^3 + 2\ f\ Su^3 + 16\ Aq$ ó bien $(A\ Su^3 + 4\ Aq) + 2(f\ Su^3 + 6\ Aq)$, donde se ve un sulfato de alúmina análogo al de Guadalupe y sulfato melanteria.

En el segundo análisis no hay relaciones exactas entre las cantidades de oxígeno de los principios, y solamente se ve una mezcla de sulfato aluminoso $A\ Su^3 + 6\ Aq$ análogo al de Rio Saldaña con sulfato melanteria.

Manteca de montaña. Un análisis hecho por Brandes de una materia encontrada cerca de Saalfeld, ha dado por resultado otra mezcla compuesta del modo siguiente:

Acido sulfúrico.	34,824
Alúmina.	7,000
Protóxido de hierro.	9,968
Magnesia.	0,800
Sosa.	0,716
Amoniaco.	1,750
Agua.	43,500
Materias terrosas.	1,000

donde se ve que no hay relacion entre las cantidades de oxígeno de las diferentes sustancias. Distribuyendo esta análisis, se encuentran proporciones para formar sulfato melanteria, sulfato epsomita, etc., y quedan cantidades de ácido sulfúrico, de alúmina y de agua, que darian la fórmula $A\ Su^4 + 8\ Aq$; pareceria por consiguiente que existe aquí una especie particular de sulfato aluminoso.

Sulfato de alúmina y de manganeso. Entre las sustancias salinas que se han formado en las antiguas minas de Schemnitz en Hungría, se han recogido algunas que pudieran parecer sales dobles aluminosas; una de ellas ha dado á Beudant por el análisis el resultado siguiente:

Acido sulfúrico.	35
Alúmina.	10
Protóxido de manganeso.	11
Oxido de cobre.	1
Agua.	45

admitiendo un poco de agua y un poco de ácido perdido se ve que las relaciones son exactas entre las cantidades de oxígeno de los principios, en cuyo caso se deduce la fórmula $mn\ Su^3 + 2\ A\ Su^3 + 18\ Aq = (mn\ Su^3 + 6\ Aq) + 2\,(A\ Su^3 + 6\ Aq)$ que se puede considerar como una combinacion, ó como una mezcla accidental y en proporciones determinadas de una sal de manganeso y un sulfato aluminoso análogo al de Rio Saldaña.

Sulfato de alúmina y cobre. Otra sal de la misma procedencia ha dado á dicho autor la composicion siguiente:

Acido sulfúrico.	44
Alúmina.	14
Oxido de cobre.	11
Agua y pérdida.	31

Estas relaciones simples dan la fórmula $Cu\ Su^3 + 3\ A\ Su^3 + 12\ Aq = (Cu\ Su^3 + 6\ Aq) + 3\,(Aq\ Su^3 + 2\ Aq)$; lo cual se puede considerar como la expresion de una sal doble particular ó como una mezcla; pero en todos casos la expresion $A\ Su^3 + 2\ Aq$ seria todavía un sulfato aluminoso de una especie nueva.

Es probable que existen varias combinaciones definidas de sulfatos aluminosos con otros varios sulfatos; pero no deben admitirse desde luego como especies que por otra parte serian muy poco importantes en mineralogia, porque hay tambien muchas mezclas; esto es lo que indican diferentes análisis de las sales que se han formado en las antiguas minas de Schemnitz entre las cuales hemos presentado las mas sencillas.

XXII ESPECIE.—WEBSTERITA.

(*Alúmina sub-sulfatada, Aluminita; Alúmina hidratada, Arcilla nativa, Hallita*).

Es una sustancia terrosa, blanca, suave al tacto, que se adhiere á la lengua y es insoluble; su peso específico es 1,66; da agua por la calcinacion; es atacable por los ácidos; su solucion da por el amoniaco un precipitado gelatinoso que se redisuelve por la potasa y la sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $A\ Su + 3\ Aq$ segun los análisis siguientes:

Análisis de Stromeyer.

Acido sulfúrico. . . .	23,36
Alúmina.	30,26
Agua.	46,32

Análisis de Dumas.

Acido sulfúrico. . . .	23
Alúmina.	30
Agua.	47

La websterita no se conoce mas que en riñones pequeños ordinariamente blancos compuestos de materias terrosas mas ó menos sólidas.

Esta sustancia pertenece á los depósitos de sedimentos terciarios particularmente á la arcilla plástica ó á las materias que le representan. En todas partes va acompañada de yeso, y se encuentra en la inmediacion de los lignitos en Sajonia, Inglaterra y Francia.

XXIII ESPECIE.—ALUNITA.

(*Alúmina sub-sulfatada alcalina*, *Aluminita*).

Es una sustancia pétrea é insoluble que cristaliza en romboedros de 92° 50′ y 87° 10′; su peso especifico es 2,69; raya difícilmente el vidrio; da agua por la calcinacion y es soluble en parte en el agua despues de calcinada. Su disolucion da un precipitado gelatinoso por el amoniaco y el licor que sobrenada despues de evaporado y su resíduo calcinado hasta el color rojo da una sustancia alcalina que precipita por el cloruro de platino.

Su composicion es poco conocida; solo se ve que es un sub-sulfato de alúmina combinado con sulfato de potasa; no se conocen mas análisis que los dos siguientes:

Análisis de Descotils.

Acido sulfúrico. . . .	35,6
Alúmina.	40,0
Potasa.	13,8
Agua.	10,6

Análisis de Cordier:

Acido sulfúrico. . . .	35,49
Alúmina.	39,65
Potasa.	10,02
Agua.	14,83

Ni uno ni otro conducen á un resultado conforme con la teoría de las proporciones; en tal caso, solo queda lugar para las hipótesis y se podria sospechar que la alunita es una materia análoga á lo que ha obtenido artificialmente Riffaut, y en la cual existe lo siguiente:

Acido sulfúrico. . . .	36,187
Alúmina.	35,165
Potasa.	10,824
Agua.	17,824

de donde se saca la fórmula regular $K\,Su^3 + 9\,A\,Su + 9\,Aq$, á la cual se aproxima el análisis de Cordier, suponiendo la alúmina en exceso y un poco de agua perdida.

Por lo demás es posible que existan varias especies de alunita, porque entre las variedades de esta piedra, hay algunas que dan el alumbre con gran facilidad, y otras de que no se puede sacar.

Alunita cristalizada. Se presenta en pequeños romboedros simples ó truncados en el vértice, agrupados unos sobre otros en las cavidades de la alunita compacta.

Alunita fibrosa. Se compone de fibras paralelas ó divergentes, ya gruesas, ya finas, y forma comunmente venas, cuyas partes exteriores se hallan cubiertas de peróxido de hierro.

Alunita estratoidea. Está compuesta de capas planas ó curvas de estructura fibrosa.

Alunita compacta. Presenta fracturas irregulares ó ligeramente concoideas, pasa al estado terroso.

Alunita cavernosa. Esta es una variedad compacta, llena de celdillas irregulares.

Alunita terrosa. Poco á propósito para la fabricacion del alumbre.

Esta sustancia se encuentra por todas partes en la inmediacion de los terrenos traquíticos, particularmente en las partes que indican haber sido removidas por las aguas donde se encuentran restos orgánicos, como en Tolfa en los Estados Romanos, en Hungría y algunos puntos de Francia. Parece encontrarse en las antiguas solfataras, y aun se forma diariamente en las solfataras activas, como en Guadalupe y Puzzola, por efecto de la accion de los vapores sulfurosos, sobre las rocas que les rodean.

La alunita es una materia muy preciosa para la fabricacion del alumbre, y es explotada para este uso en algunas localidades donde abunda. Para preparar esta sal, basta tostar la alunita y trasladarla á un sitio donde se riegue continuamente para hacerla eflorecer y reducirla á pasta; en seguida se procede á la lixiviacion en caliente, y despues á la cristalizacion. El alumbre que se obtiene inmediatamente sin adicion alguna de materia potásica, es extremadamente puro; ha sido por mucho tiempo estimado en el comercio, y se le conocia con el nombre de alumbre de Roma, antes de que se hubiese tenido la idea de fabricarle en todas sus partes, y obtenerle asi tan puro como pudiera desearse.

XXIV ESPECIE.—ALUMBRE.

(*Alúmina sulfatada alcalina*).

Es una sustancia blanca, soluble, de sabor agrio, que cristaliza en el sistema cúbico, cuyo peso específico es 1,71; da agua por la calcinacion y deja una materia hinchada muy ligera; su disolucion acuosa da por el amoniado un precipitado gelatinoso, y el líquido que sobrenada da por la evaporacion y calcinacion hasta el rojo una materia alcalina que precipita en amarillo por el cloruro de platino.

Su composicion se expresa por la fórmula $K\,A^3\,Su^{12}\,Aq^{24} = K\,Su^3 + 3\,A\,Su^3 + 24\,Aq$, ó en peso:

Sulfato de alúmina..	36	Acido sulfúrico. .	33,77
Sulfato de potasa. .	18	Alúmina. . . .	10,82
Agua.	46	Potasa.	9,94
		Agua.	45,47

Alumbre cristalizado. Se presenta en cristales obtenidos por el arte que son octaedros ya simples, ya modificados en las aristas y ángulos sólidos, ó cubos cuando es menos ácido.

Alumbre fibroso. Se halla siempre mezclado con materias extrañas.

El alumbre enteramente formado se halla en eflorescencia en la superficie de diferentes esquistos arcillosos y principalmente en los esquistos aluminosos que se hallan mas ó menos impregnados de él y se explotan como materias primeras de fabricacion. Se asegura que se encuentra formado en gran cantidad en medio de los desiertos de Egipto, á donde van todos los años caravanas árabes á hacer gran provision de dicha sustancia; allí forma capas pequeñas cubiertas de arena.

Se forma tambien diariamente el alumbre, en las hornagueras abrasadas, en el país de Aubin, en el Aveiron, y en una provincia prusiana, y asimismo

en las solfataras, en las cavidades de los volcanes todavía humeantes en el Vulcano y Stromboli, Puzzola, Guadalupe, Monte Rosso y Monte Peloso en Sicilia; Milo en el archipiélago griego, etc.

En todas partes donde existen materias aluminíferas, se las explota y lixivia para obtener la sal; pero estas materias no se encuentran en todas las comarcas, y se suplen favoreciendo la descomposicion de las piritas que se hallan en las materias arcillosas. Se emplean principalmente para esto los lignitos piritosos y los esquistos piritosos.

El alumbre se usa particularmente en tintorería, como mordiente; sirve para preparar el acetato de alúmina que tiene grande uso en las fábricas de telas estampadas. Se emplea para la preparacion de las pieles blancas; en medicina se usa tambien ya al interior como antiséptico y astringente, ya al exterior despues de calcinado para limpiar las llagas, para consumir las carnes fungosas ó las excrescencias carnosas. Se empapan con él las telas, las maderas para disminuir su combustibilidad, y ponerlas al abrigo de los incendios en los lugares donde se usan.

XXV ESPECIE.—AMMONALUMBRE.

(*Alumbre amoniacal*).

Es una sustancia blanca, soluble, de un sabor agrio, que cristaliza en el sistema cúbico; da agua por la calcinacion y deja una materia hinchada ligera: su disolucion desprende olor amoniacal, por la adicion de un alcali cáustico, da precipitado gelatinoso por el amoniaco.

Está compuesto de la manera que expresa el análisis de Lampadius, el cual ha dado los resultados siguientes:

Sulfato de alúmina .	37	Acido sulfúrico. .	38,58
Sulfato de amoniaco.	18	Alúmina.	12,34
Agua.	45	Amoniaco. . . .	4,12
		Agua.	44,96

Tambien se ha indicado una corta cantidad de magnesia.

Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora mas que en masas pequeñas fibrosas formando venas en algunos depósitos de lignitos de Bohemia.

Se encuentra frecuentemente mezclada en mayor ó menor cantidad en los alumbres preparados con todas sus partes porque en esta fabricacion se usan todas las materias animales ó vejetales que pueden suministrar un álcali, el cual es unas veces el amoniaco, otras la potasa y las mas veces uno y otro.

Esta especie de alumbre sirve para los mismos usos que el alumbre potásico.

Apendice. *Alumbre á base de sosa.* Se encuentra en una especie de solfataras en la isla de Milo en el archipiélago griego, donde procede sin duda de la descomposicion de los traquitos ó de las lavas á base de albita. Se indican prismas cuadrangulares y Thompson le ha encontrado compuesto de las sustancias siguientes:

Sulfato de alúmina. . . .	21,75
Sulfato de sosa.	9,00
Agua.	22,50

lo cual da la fórmula 6 $A\ Su^3 + Na\ Su^3 + 40\ Aq$, y parece que debe formar una especie particular enteramente diferente del alumbre por la composicion.

FAMILIA DE LOS CLORIDOS.

Esta familia comprende cuerpos gaseosos ó sólidos, solubles ó insolubles que desprenden cloro por la accion del ácido sulfúrico sobre su mezcla con peróxido de manganeso.

Cuando se funden con fosfato de sosa y de amoniaco préviamente fundido con óxido de cobre, comunican un hermoso color azul que tira á púrpura á la llama que rodea el glóbulo que se obtiene.

Esta familia no comprende aun mas que un cierto número de sustancias que no presentan grandes relaciones entre sí por los caracteres exteriores; mas de la mitad cristalizan en cubos, dos solamente en prismas cuadrados, una sola en prismas romboidales y las otras no cristalizan.

Respecto á sus depósitos, la mayor parte pertenecen á los criaderos metalíferos donde se hallan por lo comun en pequeñísimas cantidades; una sola, forma masas bastante considerables por sí sola; las otras son producidas por los volcanes, donde se encuentran en disolucion en las aguas.

GÉNERO ÚNICO.-CLORUROS.

PRIMERA ESPECIE.—ÁCIDO HIDROCLÓRICO.

(*Acido marino, Acido muriático, Espíritu de sal, Cloruro de hidrógeno*).

Es un cuerpo gaseoso, incoloro, de olor picante, que enrojece el papel de tornasol, y es impropio para la combustion y la respiracion; da humo blanco al contacto del aire; es muy soluble en el agua á la cual comunica un sabor fuertemente ácido y su disolucion da por el nitrato de plata un precipitado soluble en el amoniaco; su peso específico es 1,2447

Su composicion es la que expresa la fórmula Hy Ch ó en peso.

Cloro.	97,26
Hidrógeno.	2,74

El ácido hidroclórico se desprende comunmente en gran cantidad en los terrenos volcánicos, especialmente en el Vesubio, y se condensa con los vapores acuosos de modo que forma arroyos, masas y manantiales de ácido líquido, á veces bastante abundantes para poder ser recogido y utilizado en las artes. Humboldt ha observado este ácido en las aguas termales de Chucandiro, Guinche, San Sebastian, y otras muchas entre Valladolid y el lago de Cuzco en Méjico. El gas hidroclórico y aun el cloro impregnan algunas veces las lavas porosas mas ó menos alteradas y aun las materias de las antiguas formaciones traquíticas; se asegura que se desprende algunas veces en los depósitos salíferos.

Este ácido se usa mucho en tintorería para hacer cambiar los colores, para quitar los que se quieren hacer desaparecer y acabar de blanquear los tejidos preparados para el tinte; sirve para la preparacion de diferentes sales usadas como mordientes, y para la del cloro ó cloruros que se usan para el blanqueo; es tambien uno de los ácidos mas usados en los laboratorios de química.

II ESPECIE.—CALOMELANO.

(*Mercurio muriatado, Mercurio córneo, Mercurio dulce, Sublimado dulce, Protocloruro de mercurio*).

Es una sustancia blanca, frágil é insoluble que cristaliza en primas de base cuadrada; su peso específico es 6, 50; es enteramente volátil, da un sublimado blanco, cuando se calienta solo en un matraz pequeño y glóbulos de mercurio cuando se calienta con sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula Hg Ch ó en peso:

Cloro.	14,89
Mercurio.	85,11

Calomelano cristalizado. Se presenta en cristales pequeños modificados en los bordes ó terminados por pirámides.

Calomelano mamelonado. Se presenta en cristales pequeños embotados agrupados unos sobre otros.

Calomelano fibroso. Forma pequeñas masas de estructura poco visible.

Calomelano pelicular. Se presenta en barnices ligeros en las cavidades de las materias terrosas.

Esta sustancia no se ha encontrado aun mas que en pequeñas partículas en los criaderos de mercurio, en el Palatinado, Idria en Carniola y Almaden.

III ESPECIE.—KERARGYRA.

(*Plata córnea, Plata muriatada, Ploruro de plata*).

Es una sustancia blanca ó parduzca, que se deja cortar como la cera ó el cuerno, y cristaliza en el sistema cúbico; su peso específico es de 4,75 á 5,55: es insoluble en el agua; no volátil, fusible al soplete y difícilmente reductible.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Ag\,Ch^2$ ó en peso.

Cloro.	26,67
Plata.	75,33

Kerargyra cristalizada. Es muy rara y se presenta en cristales cúbicos muy pequeños simples ó truncados en los ángulos, ó en octaedros.

Kerargyra compacta. Se presenta en masas pequeñas mas ó menos puras.

Kerargyra pelicular. Forma barnices en la superficie de diferentes cuerpos.

Esta sustancia es una rareza en las minas de Europa y no se encuentra en este país mas que en particulas en algunos filones argentíferos de Sajonia, Bohemia, Noruega, condado de Harz, etc.; pero se encuentra en gran cantidad en Méjico, en los distritos de Zacatecas, de Fresnillo y de Catorce, y en el Perú en Huantajaya, Yauricocha, etc., donde se halla abundantemente mezclada con minerales de hierro hidratados, llamados Pacos y Colorados, llenos de filamentos de plata metálicos que forman depósitos considerables en las calizas peneanas, en este estado se explota ventajosamente como mineral de plata.

IV ESPECIE.—KERASINA.

(*Plomo muriatado, Plomo murio-carbonatado, Plomo carbonatado muriatifero, Plomo córneo*).

Es una sustancia blanca ó amarilla que cristaliza en prismas de bases cuadradas cuya altura y lado se hallan poco mas ó menos en la relacion de 6, á 11; su peso específico es 6, 06; no es volátil; es fusible al soplete y se reduce difícilmente á no ser con la sosa, en cuyo caso, da granos de plomo.

Su composicion segun el análisis de Berzelius es la siguiente:

Cloro.	8,84
Plomo.	25,84
Oxido de plomo. . . .	57,07
Carbonato de plomo. . .	6,25
Sílice.	1,46
Agua.	0,54

El carbonato de plomo no se encuentra aquí en proporcion definida, y por consiguiente, parece ser accidental, asi como la sílice.

Kerasina cristalizada. Se presenta en prismas cuadrados modificados de diferentes maneras en sus diversas partes.

Esta sustancia muy rara, no se conoce de una manera positiva mas que en algunas minas de plomo de Inglaterra, y se le ha citado tambien en el Estado americano de Massachusset.

V ESPECIE.—ATAKAMITA.

(*Cobre muriatado, Ploruro de cobre*).

Es una sustancia verde que cristaliza en prismas rectos romboidales de 112° 45′ y 67° 15′; su peso específico es 4,43; da un poco de agua por la calcinacion, se funde y reduce al soplete dando á la llama un color azul y verde. Es atacable por el ácido nítrico; su disolucion precipita el cobre sobre una lámina de hierro.

Respecto á su composicion, existen tres análisis de esta materia, una de Klaproth, y dos de Proust. La primera corregida segun los detalles de la operacion, y referida á la teoría del cloro, es la que concuerda mejor con la teoría de las proporciones. No teniendo detalles de las operaciones de los otros dos análisis, no se puede sino referirlos á la teoría del cloro, sin hacer correccion alguna; distan un poco de la primera aunque concuerdan con ella relativamente á la naturaleza del cloruro.

Atakamita de Chile por Klaproth.

Cloro.	15,90
Cobre.	14,22
Oxido de cobre. . . .	54,22
Agua.	14,16
Oxido de hierro. . . .	1,50

Atakamita de Chile, por Proust.

Cloro.	12,92
Cobre.	11,54
Oxido de cobre. . . .	57,54
Agua.	12
Oxido de hierro. . . .	2
Sulfato de cal. . . .	4

Atakamita del Perú, por Proust.

Cloro.	12,28
Cobre.	10,96
Oxido de cobre. . . .	44,76
Agua.	15
Arenas.	17

Atakamita cristalizada. Se presenta en cristales muy pequeños que son prismas ú octaedros modificados de diferentes maneras.

Atakamita acicular. Forma cristales pequeños muy largos y delgados.

Atakamita fibrosa. Forma cristales pequeños divergentes ó entremezclados.

La atakamita parece ser una materia accidental de los criaderos metalíferos, pero que no se conoce aun mas que en un corto número de localidades, en los criaderos de cobre de las montañas de cristalizacion

de Remolinos, Guasco, Santa Rosa, etc., en Chile y Woburn en el Massachusetts, y en los depósitos argentíferos del distrito de Tarapaca en el Perú, donde se halla sobre una ganga de cuarzo; tambien se ha encontrado en la isla de San Juan en las Antillas donde forma en cierto modo la pasta de una pudinga compuesta de cuarzo y granito; existe tambien en partículas en las hendiduras de las lavas del Vesubio.

La arena verde del Perú citada por Dombey, no es mas que la sustancia de los criaderos de Tarapaca que los habitantes del desierto de Atakama pulverizan y venden como arenillas para echar sobre lo escrito; en esta forma se usa en todo el Perú.

VI ESPECIE.—SAL MARINA.

(*Sosa muriatada, Cloruro de sodio, Sal gema, Sal comun*).

Es una sustancia soluble, de sabor bien conocido que atrae la humedad, y cristaliza en el sistema cúbico; su peso específico varia de 2,12 á 2,30; su disolucion no precipita su base por ningun reactivo; tratada por el ácido sulfúrico, deja despues de la evaporacion agujas cristalinas eflorescentes.

Su composicion es la que expresa la fórmula Na Ch^2 ó en peso:

Cloro.	60,34
Sodio.	39,66

pero la sustancia se halla frecuentemente mezclada con diferentes materias ya en las masas que forma en la superficie de la tierra, ya cuando ha sido obtenida por la evaporacion de las aguas de fuente ó de las aguas del mar; se halla frecuentemente mezclada con diferentes materias, ya en las masas que forma en la superficie de la tierra, ya cuando ha sido obtenida por la evaporacion de las aguas de fuente ó de las aguas del mar. Muchas veces está mezclada con cloruros de calcio, de magnesio, sulfatos de sosa, de magnesia, de cal, y frecuentemente materias terrosas.

Sal cristalizada. Se presenta en cubos simples ó modificados en los ángulos y en las aristas, rara vez en dodecaedros romboidales; no se conoce en octaedros sino por cristalizacion artificial en una disolucion que contenga urea.

Sal compacta-exfoliable. Se presenta en masas vítreas homogéneas que se exfolian en cubos con facilidad.

Sal laminar. Forma láminas grandes ó pequeñas.

Sal granular.

Sal fibrosa. Forma fibras paralelas ó divergentes; muchas veces curvas.

La sal es naturalmente blanca, pero frecuentemente en el seno de la tierra, está coloreada accidentalmente de rojo, azul y gris.

Depósitos. La sal se nos presenta en depósitos mas ó menos considerables en el seno de la tierra, en disolucion en las aguas que manan por todas partes á la superficie de los terrenos, ó en las aguas de ciertos lagos, y en las de los mares.

Los depósitos salíferos, se hallan enclavados en los terrenos de sedimento, y se presentan principalmente entre el grés ullífero y el lias, es decir, en las calcáreas peneanas (como en Mansfeld), en el gres abigarrado, y la caliza conquiliana (Wurtemberg) en las margas irizadas que preceden al lias, y en el lias mismo. En el grés abigarrado ó en las margas irizadas, es donde se encuentra el mayor número de depósitos que conocemos, y que existen en Lorena, Wurtemberg, Salzburgo é Inglaterra. Se puede suponer tambien que existe en depósitos mas modernos y en terrenos superiores á la creta, como en Williczka en Polonia, y Cardona, en España; pero esta relacion no está bien exactamente establecida. Por lo demás seria muy posible que existiesen depósitos de sal como depósitos de sulfato de cal, de carbonato dolomia, y que fuesen el resultado del esparcimiento de materias salidas de dentro á fuera de la tierra en diversas épocas y que en tal caso tendrian puntos fijos en los depósitos de sedimento. Se pueden fundar estas sospechas en que volcanes actuales, como el Vesubio de Tenerife, isla de Borbon, etc., arrojan algunas veces masas considerables de sal, y en que existen masas considerables de sal amoniaco, que son productos de solfataras ó de volcanes en actividad.

La sal no forma en los criaderos que acabamos de indicar la masa principal de depósitos; está subordinada á los depósitos de arcilla (arcilla salífera) agrisada ó rojiza en medio de los cuales forma, con los sulfatos de cal que la acompañan casi en todas partes, masas, nidos mas ó menos considerables, ó en los que está diseminada. Se encuentran alguna vez en ella restos orgánicos, que son lignitos, frutos y conchas pequeñas como en Williczka ó madréporas como en algunos puntos de Austria. Se citan en ellas nidos de sílice, de carbonato de hierro, sulfuro de hierro en Zipaquira en la América meridional, sulfuros de plomo, como en Hall en el Tirol, Rio Quallaga, y Rio Pilluana en el Perú, y finalmente sulfuro de zinc.

Se citan un gran número de depósitos salíferos en todas las partes del mundo, donde probablemente se encuentra en las posiciones que acabamos de indicar. Se la conoce en toda la parte septentrional de los Carpacios, desde Cracovia hasta Bukovino y Moldavia; la otra pendiente es tambien rica en Hungría y en Transilvania; las orillas de las grandes llanuras del mar Caspio, la Rusia Europea y Asiática, son muy ricas en ella, encontrándose especialmente en Astracan á orillas del Volga y en varias minas entre este río y los montes Urales. En Persia se encuentran igualmente grandes depósitos como en la isla de Olmutz en la embocadura del golfo Pérsico, Balach, Ispahan, etc. En Africa se encuentran grandes depósitos en diferentes lugares, asi en el reino de Túnez como en el país de Bamba en el Congo, en los límites de los desiertos de Sahara y del Fezzan y aun las mismas llanuras del desierto suelen presentar masas muy sólidas á flor de tierra. En América se la cita en California, Cuba, Santo Domingo, Perú, etc., y á juzgar por los numerosos manantiales conocidos debe existir igualmente en la América septentrional hasta la bahía de Hudson.

Hay localidades donde parece que existen masas inmensas y montañas enteras en que la sal se presenta algunas veces al descubierto como en Moldavia, Persia y límites del Sahara, y se dice que estas masas son explotadas como las canteras de piedra sillería. Es muy notable que los mayores depósitos conocidos se hallen en general en los límites de las grandes llanuras y de los desiertos que existen en nuestros continentes.

Las fuentes salíferas son tambien muy numerosas en la superficie de la tierra, y salen en general de los diferentes terrenos que hemos citado. Estos manantiales son frecuentemente objeto de explotaciones considerables, y hay salinas muy nombradas fundadas únicamente en ellas. Es probable que las aguas de estos manantiales tomen la sal que contienen de los terrenos que atraviesan, pero tambien podria suceder que dichas aguas vinieran de una gran profundidad y tuvieran el mismo orígen que las aguas minerales. Se conocen varios manantiales que contienen grandes cantidades.

Los lagos salados son tambien muy abundantes en la superficie de la tierra; y se observan particularmente en las grandes llanuras de nuestros continentes. La Rusia Asiática y la Siberia contienen un gran número de ellos; las llanuras del Africa, tambien los presentan en muchos lugares, como en el Senegal, en Egipto, en Abisinia, en la Anatolia, en Berbería, en los desier-

tos de Arabia, etc. Los terrenos que circundan estos lagos, estan tambien impregnados de sal que se muestra en eflorescencia y da origen á los numerosos pantanos salados que se forman en la estacion de las lluvias. Todas las llanuras del mar Caspio, estan asimismo llenas de sal, y en este mismo concepto se citan grandes extensiones de terreno, en Tartaria, China, Persia y Africa. Las arenas y arcillas impregnadas asi de sal, tienen á veces mucho espesor, como sucede en las llanuras bajas, pero otras veces, son muy delgadas, lo cual se observa particularmente en las llanuras elevadas.

Finalmente la sal se encuentra por todas partes en disolucion en las aguas del mar, donde como en los lagos, va acompañada de cloruro de calcio, de magnesio, de sulfato de sosa, etc.

En España existe, ademas de la mina de Cardona que es de las mas abundantes que se conocen, en Valtierra, Minglanilla, Villarrubia, Valencia, Monovar, Belinchon, y otros puntos. Evaporando las aguas de algunas fuentes saladas, como la de Salas en Castilla la Vieja, se obtiene este mineral en bastante abundancia, pero no en tanta como por la evaporacion de las aguas del mar, y de ello tenemos ejemplos en Mallorca, Ibiza, los Alfaques, San Fernando, y varios puntos de la costa del Mediterráneo.

Usos. El uso de la sal para sazonar los alimentos es universal y antiquísimo, razon por la cual es objeto de un gran comercio y consumo en todas las partes del mundo. No solamente el hombre la usa cualquiera que sea su precio, sino que la da á los animales donde puede procurársela á un precio ventajoso; es muy favorable á la salud de las bestias que la buscan con avidez.

Por medio de la tal, se prepara por una parte, el ácido hidroclórico y el cloro, y por otra, el sub-carbonato de sosa artificial que se usa en las fábricas de vidrio, de jabon, etc. En algunas operaciones metalúrgicas, se usa como fundente; se emplea asimismo para determinar la vitrificacion de la superficie de ciertos objetos de barro, que se cuecen á un gran fuego, para lo cual, basta echar algunos puñados de sal en los hornos. Esta sal, como la mayor parte de las otras, tiene la propiedad de hacer á la madera y á los tejidos mas dificilmente combustibles, y se ha usado muchas veces con este objeto. En fin, en cortas cantidades fertiliza los campos, y en varias localidades se emplean para este uso, las arenas ó arcillas que se hallen impregnadas de sal, los resíduos de los pantanos salinos, etc.; pero cuando se halla en demasiada cantidad, produce un efecto enteramente contrario.

El gran consumo de sal hace que se explote ó prepare en un gran número de localidades, y casi en todos aquellos puntos situados cerca de los caminos, canales ó ríos. Los depósitos de sal se explotan comunmente por pozos y galerías, ó á cielo abierto, y se desprenden de este modo las masas mas puras del mineral para entregarlas inmediatamente al comercio. Las partes impuras, las arcillas muy impregnadas de sal, se disuelven y se evapora despues el líquido. En algunas localidades, se forman grandes cavidades subterráneas, á donde se hacen penetrar aguas que se dejan permanecer allí mas ó menos tiempo para sacarlas y evaporarlas.

Las aguas de fuentes que se hallan ordinariamente poco cargadas, se concentran primero al aire libre, y se las hace pasar varias veces por haces de espinas, cuerdas tendidas, etc., para presentar muchas superficies al aire; llevada la concentracion hasta cierto punto, se continúa el fuego en calderas.

Las aguas de los lagos y de los mares son tambien evaporadas en muchos lugares para sacar de ellas sal. Esta operacion se hace en lo que se llama estanques salados, espacio mas ó menos considerable donde se hace entrar una capa muy delgada de agua que se deja evaporar; en seguida se reune la sal y se la deja amontonada durante algun tiempo para que la masa se desembaraze de las sales de cal y magnesia que son muy delicuescentes.

VII ESPECIE.—SILVINA.

(*Muriato de potasa, Cloruro de potasio, Sal febrifuga, Sal digestiva de Silvio, Sal marina regenerada*).

Es una sal soluble de sabor análogo al de la sal marina, que cristaliza en el sistema cúbico y es exfoliable en cubos. Su disolucion acuosa da un precipitado amarillo por el cloruro de platino; tratada por el ácido sulfúrico, deja despues de la evaporacion agujas cristalinas que no se eflorecen al aire.

Su composicion es la que expresa la fórmula KCh^2 ó en peso

Cloro.	47,46
Potasio.	52,54

Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora mas que en corta cantidad mezclada con la sal marina en las minas de Hallein y de Berchtesgaden, donde ha sido observada por Vogel.

VIII ESPECIE.—CLORURO DE CALCIO.

(*Muriato de cal, Hidroclorato de cal*).

Es una sustancia delicuescente, siempre en disolucion en el agua, y de un sabor picante y muy amargo; su disolucion es susceptible de cristalizar á un alto grado de concentracion en prismas á base de exágono regular, formando un hidrato de cloruro, ó un hidroclorato. Su disolucion acuosa precipita abundantemente por el oxalato de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Ch^2$ suponiendo el cuerpo en estado seco ó en peso.

Cloro.	63,36
Calcio.	36,64
	100,00

Esta materia no se encuentra en la naturaleza mas que en disolucion con el cloruro de sodio, en las aguas de los mares, en las de los lagos salados y en las de los manantiales que hemos citado en la especie sal marina.

IX ESPECIE.—CLORURO DE MAGNESIO.

(*Muriato de magnesia, Hidroclorato de magnesia*).

Es una sustancia delicuescente, que se halla siempre en disolucion en el agua; de sabor picante y muy amargo. Su disolucion es susceptible de cristalizar á un alto grado de concentracion en prismas pequeños que parecen ser exágonos regulares y en estado de cloruro hidratado ó de hidroclorato.

Su disolucion acuosa no precipita por los oxalatos; da por el sub-carbonato de sosa, un precipitado que se vuelve de color de lila cuando se calcina despues de haberle humedecido con una gota de nitrato de cobalto.

Su composicion se expresa por la fómula $Ma\ Ch^2$ suponiendo el cuerpo en estado seco ó en peso:

Cloro.	37,68
Magnesio.	26,34

Esta sustancia se encuentra como la anterior, en las aguas de los mares, de los lagos y arroyos con el cloruro de sodio.

X ESPECIE.—SAL AMONIACO.

(*Muriato de amoniaco, Hidroclorato de amoniaco, Cloruro de amonio, Sal volátil, Sal de Tartaria, Salmiak*).

Es una sustancia soluble de un sabor picante, que cristaliza en el sistema cúbico; su forma dominante es el octaedro; su peso específico es 1,52; es enteramente volátil en un tubo cerrado; da olor amoniacal por la accion de un álcali fijo cáustico.

Su composicion se expresa por la fórmula $(Ni\,Hv^3)^2$ (H Ch), ó en peso:

Acido hidroclórico. . .	67,97
Amoniaco.	32,03
	100,00

Sal amoniaco cristalizada. Se presenta en octaedros simples mas ó menos embotados.

Salamoniaco fibrosa. Se presenta en fibras divergentes ó entremezcladas.

La sal amoniaco no se encuentra en la naturaleza mas que en las hornagueras abrasadas ó en los volcanes, ya sea en la superficie de las lavas, ya en masas mas ó menos considerables y en una especie particular de solfataras en el Asia central en donde forma depósitos muy considerables que las caravanas explotan en cierta época del año y entregan al comercio con el nombre de sal de Tartaria.

Los usos de la sal amoniaco son poco numerosos; se emplea para limpiar los metales que se van á estañar; se usa en tintorería, particularmente para preparar el agua régia empleada para disolver el estaño. Se usa muchas veces para preparar el amoniaco y el sub-carbonato de esta base, y se prescribe esta sal en medicina algunas veces como estimulante.

APENDICE Á LOS CLORUROS. Hemos indicado en otro lugar silicatos cloríferos, asi como un cloruro de hierro, que se puede suponer mezclado con un piroxeno á base de manganeso y de hierro. Estas sustancias llegaran quizá un dia á ser colocadas al lado de los cloruros, formando un género de cloro-silicato. Tan solo les indicamos aquí para memoria, pues que ya han sido descritos.

FAMILIA DE LOS IODIDOS.

Estos son cuerpos sólidos, solubles ó insolubles; dan vapores violados por la accion del ácido sulfúrico concentrado y del calor, ó una materia que comunica un color azulado al agua que contiene almidon en suspension.

No se ha llegado todavía mas que á sospechar la existencia de la mayor parte de las sustancias que deben pertenecer á esta familia. Unas presentan materias solubles que se encuentran en algunas aguas minerales. Otras son materias insolubles que parecen encontrarse en los depósitos metalíferos de calizas peneanas, principalmente en Méjico. Todas estas materias son *yoduros*.

PRIMERA ESPECIE.—IODURO DE SODIO.

El yodo ha sido reconocido en muchas aguas minerales que contienen al mismo tiempo cloruro de sodio, y diversas sales de sosa. Primeramente en las aguas de Voghera y de Sales en el Piamonte por Angelini; despues en las aguas de Castel-Novo de Asti por Cantú; en las aguas-madres de la salina de Guaca, provincia de Antioquía, por Boussingault. Berzelius le ha indicado igualmente en las aguas de Karslbad en Bohemia, y Turner en las aguas de las salinas de Bonnington, cerca de Leith. Existe tambien en las aguas del mar.

Todas estas aguas evaporadas hasta sequedad, dejan un residuo que tratado por el cloro y el almidon, ó ácido sulfúrico y almidon, da un color azul característico de la presencia del yodo.

A la presencia de este yoduro es debida la virtud medicinal que se atribuye á estas aguas para las afecciones de los ganglios; se sabe en efecto hoy dia muy bien que las preparaciones de yodo son excelentes para hacer desaparecer las inflamaciones de los ganglios, y en general para las enfermedades escrofulosas. Las aguas de Sales y de Asti, son conocidas desde hace mucho tiempo, y las aguas de la salina de Guaca con el nombre de Aceite de sal, son igualmente empleadas en Colombia.

II ESPECIE.—IODURO DE MAGNESIO.

Esta sustancia se ha supuesto que existe en ciertas materias minerales que proceden de Méjico. Boussingault sospecha que hay yoduro de magnesio en las aguas de Guaca, y Hermann le ha reconocido en bastante cantidad en las aguas madres de las salinas de Schonbeck.

III ESPECIE.—IODURO DE ZINC.

Mentzel ha demostrado la presencia del yodo en un mineral de zinc cadmífero de Silesia y le ha encontrado ademas en las escorias de los hornos.

IV ESPECIE.—IODURO DE MERCURIO.

Del-Rio ha anunciado en algunos minerales de Méjico la presencia de un yoduro de mercurio de color rojo, que seria por consiguiente el per-yoduro de los laboratorios.

V ESPECIE.—IODURO DE PLATA.

Vauquelin ha demostado la existencia de este compuesto en minerales argentíferos de Méjico. La materia analizada era blanda, blanquecina en el exterior, amarillenta en el interior con una estructura laminosa, iba acompañada de plata que tenia por ganga la caliza.

Es probable que la composicion de este mineral sea análoga á la del cloruro de plata, y por consiguiente de la fórmula $Aq\,Io^2$.

FAMILIA DE LOS BROMIDOS.

Esta familia comprende cuerpos que por la accion del cloro disuelto en agua ya inmediatamente, ya despues de fundidos con el carbonato de sosa, dan un líquido pardo que agitado con éter, se separa en dos capas, de las cuales la superior es parda y está cargada de bromo.

Los compuestos en que el bromo entra como parte constitutiva, no pueden ser extraños al reino mineral, puesto que existen en las aguas de los mares, y aun en algunas aguas saladas que manan del interior de la tierra. Se cree que estas materias son bromuros de sodio y de magnesio; tambien se ha indicado un bromo de zinc en algunos minerales de zinc de Silesia, pero no existen datos bastante precisos para describir las especies que podran entrar en esta familia.

FAMILIA DE LOS FLUORIDOS.

Esta familia comprende cuerpos que dan por la fusion en un tubo con ácido fosfórico un vapor que corroe fuertemente el vidrio.

Esta familia que se extenderá mucho probablemente, no contiene hoy mas que un corto número de especies que se dividen en dos géneros : los fluoruros y los fluosilicatos. El primero puede decirse que presenta una sola especie de alguna importancia y que constituye depósitos en diferentes terrenos principalmente en los criaderos metalíferos. Las otras especies no son mas que rarezas que forman nidos pequeños en los depósitos de pegmatita.

PRIMER GÉNERO.

FLUORURO.

Su principal carácter es no dar sílice á lo menos de una manera sensible por la fusion con la potasa ó sosa.

No se pueden comparar las especies de este género por sus caracteres exteriores, porque la mayor parte de ellas no han presentado hasta ahora ninguno de los que son de alguna importancia. Las fórmulas de composicion se refieren á $B\,Ph^2$, $B\,Ph^3$, representando B, la base con agua ó sin ella; son simples ó combinadas de dos en dos.

PRIMERA ESPECIE FLUORINA.

(Fluorita, Espato fluor, Espato fusible, Cal fluatada, Fluoruro de calcio, Clorofana).

Esta sustancia presenta frecuentemente colores vivos, cristaliza en el sistema cúbico, y sus cristales son exfoliables en octaedros y tetraedros regulares; su peso específico es de 3,1 á 3,2; raya la caliza y es rayada por un punzon de acero; adquiere fosforescencia algunas veces muy marcada por el calor; es fusible al soplete dando una perla opaca, es atacable por los ácidos, sobre todo por el ácido sulfúrico que la descompone; su disolucion precipita abundantemente por los oxalatos, pero no por el amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\,Ph^2$, que equivale en peso, segun todas las investigaciones químicas á lo siguiente :

Fluor.	48,13
Calcio.	51,87

Variedades. *Fluorina cristalizada.* Se presenta en cubos, en octaedros ó en dodecaedros romboidales simples ó modificados en sus aristas ó en sus ángulos.

Fluorina embotada. Se presenta en cristales cúbicos, octaedros ó dodecaedros, cuyas caras y aristas estan redondeadas.

Fluorina estalactítica. Es muy rara.

Fluorina pseudomórfica. Se presenta bajo la forma de encrinitas, la mitad de las cuales se halla algunas veces en estado calizo.

Fluorina bacilar. Presenta gruesas fibras paralelas ó divergentes.

Fluorina laminosa. Se compone de láminas grandes ó pequeñas.

Fluorina testácea. Se compone de láminas curvas y amontonadas unas sobre otras.

Fluorina estratoidea, Presenta estructuras de crecimiento que se distinguen por la testura ó los colores.

Fluorina granular. Tiene poca consistencia.

Los colores á veces muy vivos son variados, ya blancos, amarillos, rosa, rojo, violeta, azul ó verde, etc.

La fosforescencia presenta muchas variaciones, en la mayor ó menor facilidad que se desarrolla, y por los colores que presenta. Hay variedades que son fosforescentes á la temperatura media; tal como la clorofana y otras que hay que calentarlas fuertemente, para obtener algunas luces fosfóricas.

Depósitos y usos. La fluorina está frecuentemente subordinada á los criaderos metalíferos, particularmente á los depósitos de minerales de plomo, en Derbyshire, Cumberland, etc.; á los minerales de estaño como en Sajonia y Bohemia; pero forma tambien filones ó masas, unas veces en las rocas de cristalizacion ó está asociada al cuarzo, á la barytina, etc., en Auvernia, Suecia, Noruega, en Petersberg cerca de Hall, en Escocia, etc.; ya en las calizas de sedimento, en los esquistos, y grés intercalados como en Derbyshire, Cumberland, Cornwall, Nueva Jersey, etc.; ó no se manifiesta sino algunas veces en filetes muy delgados como en Namur. Algunas veces existe en nidos, en riñones, ú en cristales diseminados particularmente en rocas cristalinas, como en Chamounix, San Gotardo y otros puntos de los Alpes; y rara vez en depósitos de sedimento. Existe tambien en las amigdaloides y en los productos de los volcanes modernos.

Las variedades de fluorina que presentan colores vivos, sobre todo cuando estan dispuestas por zonas ó en zigzac, son estimadas para hacer de ellas vasos, candeleros, copas y otra multitud de objetos de adorno, que son muy agradables, y que muchas veces tienen un precio elevado. En Inglaterra es donde se fabrican principalmente estos diversos adornos con las fluorinas que se encuentran en depósitos considera-

bles en las calizas de Derbyshire. Parece evidente que esta era la sustancia con que se hacian los vasos murrinos tan célebres en la antigüedad.

Algunas veces se han tallado en piedras pequeñas las variedades transparentes de fluorina, que presentan colores decididos bastante vivos; entonces se designan con los nombres de falso rubí, falsa esmeralda, falso topacio, etc. Con la fluorina se prepara el ácido hidrofluórico en los laboratorios.

II ESPECIE.—FLUOCERINA.

(*Fluato neutro de cerio, Cerio fluatado*).

Es una sustancia rojiza ó amarillenta, de testura cristalina; su peso específico es 4,7; raya la caliza, da poco ó nada de agua por la calcinacion; es infusible y se ennegrece al fuego; es atacable por los ácidos; su disolucion da por el amoniaco un precipitado que se vuelve pardo por la calcinacion, y forma con el bórax un vidrio rojo en caliente, y amarillo en frio.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Ce\,Ph^3$, segun el análisis de Berzelius, que ha dado los resultados siguientes:

Fluor.	33,58
Cerio.	65,53
Itrio.	0,89

Esta sustancia muy rara aun en las colecciones, se encuentra en nidos pequeños en las pegmatitas de Brodbo y de Timbo en Suecia, con diversas materias que contienen itrio, cerio y tántalo.

III ESPECIE.—BASICERINA.

(*Fluato de cerio basico, Cerio fluatado con exceso de base*).

Es una sustancia amarilla de testura cristalina, que raya la fluorina y da agua por la calcinacion; es infusible al soplete; se ennegrece por el calor y se vuelve roja y anaranjada por el enfriamiento; en todo lo demás presenta los caracteres de la fluocerina.

Su composicion se expresa por la fórmula $3Ce\,Ph^2 + Aq$ segun el análisis de Berzelius, que ha dado los resultados siguientes:

Fluor.	28,28
Cerio.	66,77
Agua.	4,95

No es aun completamente cierto que el agua sea esencial en este mineral, y es muy posible que la materia sea simplemente de la fórmula $Ce\,Ph^2$ con agua higrométrica.

Esta especie ran rara como la anterior, se encuentra en los mismos depósitos en Fimbo, cerca de Fablum en Suecia.

Apendice. Berzelius ha analizado un fluoruro de cerio de Bastuaes que es del mismo órden de composicion que el anterior, pero cuya cantidad de agua es diferente: dicho autor ha obtenido de esta sustancia:

Fluor.	26,47
Cerio.	60,03
Agua.	13,90

lo cual daria la fórmula $Ce\,Ph^2 + Aq$.

Apendice á los fluoruros de cerio. Itrocerita. *Cerio é itria fluatados*; *cerio oxidado itrífero*. Es una sustancia agrisada, violada ó rojiza, de testura cristalina ó compacta, y su peso específico es de 3,44 á 4,15; raya la fluorina; da poco ó nada de agua por calcinacion; es infusible y atacable por los ácidos; su disolucion da por el amoniaco un precipitado que se disuelve en parte en el carbonato de amoniaco con un residuo que se vuelve pardo por la calcinacion y forma con el bórax un vidrio rojo en caliente y amarillo en frio. Su disolucion por el carbonato de amoniaco despues de haber sido saturado de ácido precipita una materia blanca por los álcalis.

Su composicion es una mezcla en todas proporciones de fluoruro de cerio, de itrio, etc., segun los análisis de Berzelius, que han dado los resultados siguientes:

Cerio é itria fluatadas de Fimbo.

Fluor.	27,08
Cerio.	18,16
Itrio.	29,06
Calcio.	2,80
Sílice.	19,30
Oxido de hierro. . . .	3,00

Itrocerita de Brodbo.

Fluor.	33,27
Cerio.	10,93
Itrio.	15,22
Calcio.	22,47
Albita.	18,11

Itrocerita de Fimbo.

Fluor.	44,52
Cerio.	13,04
Itrio	6,18
Calcio.	35,96

Se ve que los dos primeros análisis son mezclas de $Ca\,Ph^2$, $Yt\,Ph^2$, $Ce\,Ph^2$, y que el tercero es una mezcla de $Ca\,Ph^2$, $Yt\,Ph^2$ con la fluocerina $Ce\,Ph^3$.

Estos análisis nos indican por consiguiente una especie particular; el fluoruro de itrio de la fórmula $Yt\,Ph^2$; la primera contiene 46,21 por 100; la segunda 23,31; y la tercera muy poco.

Las itroceritas se encuentran con las dos especies anteriores en las pegmatitas de Funbo y de Brodbo.

IV ESPECIE.—CRIOLITA.

(*Alúmina fluatada-alcalina*).

Es una sustancia blanca, foliable en prismas rectangulares; su peso específico es 2,963; raya la caliza y es rayada por la fluorina; es muy fusible al soplete y atacable por el ácido nítrico con ayuda del calor; su disolucion da un precipitado gelatinoso por el amoniaco, y el líquido que sobrenada es un resíduo alcalino despues de la evaporacion y la calcinacion.

Su composicion se expresa por la fórmula $2\,A\,Ph^3 + 3\,Na\,Ph^2$ segun las investigaciones de Berzelius que han dado los resultados siguientes:

Fluor.	54,07
Aluminio.	13,00
Sodio.	32,93

Esta sustancia no se encuentra mas que en masas pequeñas laminares blancas, y algunas veces coloreadas de amarillo por el hidrato de peróxido de hierro. No se ha encontrado mas que en una localidad de Groenlandia en capas ó en filones, en rocas cristalinas de granito y de gneiss, donde se ha reconocido tambien óxido de estaño y otras sustancias.

Apendice. *Fluelita.* Es una sustancia blanca, transparente, que forma prismas romboidales ú octaedros romboidales cuyos ángulos son de 109° y 144°. Esta materia observada y denominada por Levy acompaña á la vavelita de Cornwall. Wollaston ha reconocido en ella alúmina y ácido fluórico.

II GÉNERO.

FLUOSILICATOS.

Dan sílice como los silicatos despues de la fusion con la potasa cáustica.

Este género no se compone hoy dia mas que de muy pocas especies que son sustancias diseminadas en las rocas cristalinas como los silicatos, ó en los depósitos metalíferos. Probablemente se añadiran algun dia muchos cuerpos que hemos descrito bajo el título general de mica cuando sean mejor conocidos.

PRIMERA ESPECIE.—TOPACIO.

(*Silice fluatada aluminosa, Pyrophysalita, Phengita, Chrysolita de Sajonia, Rubi del Brasil, Agua marina oriental.*

Es una sustancia vítrea que cristaliza en el sistema prismático rectangular recto; sus cristales se derivan de un prisma romboidal de unos 124° 1/2; es exfoliable en un plano perpendicular al eje; su peso específico es de 3,49 á 3,54; raya el cuarzo, se electriza fácilmente, y conserva mucho tiempo la electricidad. Es infusible al soplete, atacable solamente por la fusion con la potasa cáustica; la disolucion nítrica del resultado de esta operacion, da un precipitado gelatinoso por la adicion del amoniaco; su composicion es algo difícil de establecer, y su análisis ha dado el resultado siguiente :

Fluor. . .	14,38	24, 91 de fluoruro de aluminio.
Aluminio. .	10,53	
Sílice. . .	35,54	75,07 de silicato de alúmina.
Alúmina. .	39,53	

Esta composicion corresponde á los datos siguientes en la teoría del ácido fluórico.

Sílice.	35,54
Alúmina.	59,29
Acido fluórico.	5,15

lo cual daria la fórmula $5\ A\ Si + A^2\ Fl$; pero los análisis que se deben á Berzelius son algun tanto diferentes, porque á este sabio dan los resultados siguientes :

Topacio del Brasil.

Sílice.	34,01
Alúmina.	58,38
Acido fluórico.	7,79

Topacio de Sajonia.

Sílice.	34,24
Alúmina.	57,45
Acido fluórico.	7,75

Topacio pyrophysalita.

Sílice.	34,36
Alúmina.	57,74
Acido fluórico.	7,77

De aquí resulta la fórmula $3\ A\ Si + A^2\ Fl$. Es difícil en el estado actual escoger entre las dos fórmulas; pero es posible que existan algunos errores en los números que representan el ácido fluórico en los análisis, vista la dificultad de calcular la cantidad de esta materia que no se obtiene las mas veces sino por diferencia.

Topacio cristalizado. Se presenta en prismas romboidales, simples ó modificados por otros prismas, terminados por facetas anulares ó por vértices piramidales.

Topacio cilindroideo. Forma cristales irregulares ordinariamente exfoliables en el vértice.

Topacio rodado. Se presenta en piedrecillas blanquecinas redondeadas por la corriente de las aguas.

Topacio laminar. (Pirophysalita). Se presenta en masas fácilmente exfoliables por planos paralelos.

Topacio granoso. Forma venas en lo que se llama roca de topacio.

Sus colores son : el blanco muy limpio; el amarillo que varía desde amarillo de limon al amarillo parduzco ó rojo naranjado, el rosa y el azul. La mayor parte de las variedades son transparentes; pero tambien algunas son opacas.

El topacio forma venas pequeñas ó tapiza las hendiduras de las rocas cristalinas; rara vez existe diseminado. Se encuentra en las pegmatitas, en los granitos como en Brodbo y Fimbo en Suecia; en el Connecticut en los Estados Unidos de América; en Siberia etc.; en los gneiss, en Bohemia y Escocia; en los micasquistos en Sajonia y el Brasil; en esquistos arcillosos en Silesia, Salzburgo y Cornwall; algunas veces está mezclado íntimamente con cuarzo, mica etc. y forma una masa particular que se ha denominado roca de topacio ó topazfels como en Schneckenstein cerca de Auerbach en Sajonia. Se encuentra tambien en los criaderos metalíferos que atraviesan estas diferentes rocas, y particularmente con los minerales de estaño en varios puntos de Sajonia, Bohemia y Cornwall donde va acompañado de fluorina, fosfato de cal etc., etc. Se encuentra tambien en los detritus de estas rocas, en cristales rodados como en Villa-Rica en el Brasil, en Nueva Holanda etc.

El topacio se usa en la joyería; pero no son estimadas en el comercio sino las variedades naturalmente de un color amarillo puro, amarillo naranjado; rojo de jacinto, y las variedades rosadas. Este último color que existe naturalmente, es con frecuencia tambien un producto del arte; lo son los topacios amarillos, rosados que se han sometido á la accion del fuego y que se llaman á causa de esto *topacios quemados*. Los topacios azules que hasta aquí han sido de poco valor, pueden sin embargo formar adornos muy agradables. Los topacios blancos se usan poco, pues que en efecto no tienen nada agradable, á no ser en piedras aisladas montadas en anillos ó en alfileres para imitar al diamante, porque admiten un buen pulimento, pero tienen poco brillo.

Observacion. Examinando los varios análisis que se han hecho del topacio, se notan grandes diferencias en la composicion; lo que pareceria indicar varias especies distintas; pero es difícil deducir nada definitivamente de este resultado, porque estos análisis han sido hechos por diferentes autores en distintas épocas y que se sabe tambien es difícil calcular con exactitud la cantidad de ácido fluórico. Sin embargo, las observaciones ópticas indican asimismo diferencias notables; los topacios, como la cristalizacion lo indica ya, son sustancias de dos ejes de doble refraccion; ahora bien, el ángulo de estos ejes entre sí, varía considerablemente segun la observacion de Brewster. En el topacio blanco de Nueva Holanda, en el topacio azul de Aberdeen en Escocia, el ángulo de los ejes es de 65° próximamente; mientras que en el topacio del Brasil donde es variable, desciende hasta 43.° Hay topacios de Sajonia en los cuales este ángulo es de cerca de 50.° Estas diferencias análogas á las que hemos indicado en las micas, parece que conducen tambien á admitir varias especies.

II ESPECIE.—PICNITA.

(*Topacio bacilar, Chorlo blanco prismático, Leucolita de Altemberg, Berilo chorliforme*).

Es una sustancia pétrea mas bien que vítrea que forma masas bacilares, y rara vez cristales regulares

prismáticos; su peso específico es 3,51; raya el cuarzo, y es rayada por el topacio; es difícilmente eléctrica, y conserva poco la electricidad; es infusible al soplete, pero se cubre de burbujas mas fácilmente que el topacio; da tambien indicios de alúmina por la adicion del amoniaco á la disolucion.

Su composicion ofrece la misma dificultad que la del topacio; sus componentes admitiendo la teoría del fluor, son en peso los siguientes:

Fluor. . .	11,83	17,60 de fluoruro de aluminio.
Aluminio. .	5,77	
Sílice. . .	38,99	82,36 de silicato de alúmina.
Alúmina. .	43,37	

admitiendo la teoría del ácido fluórico, los resultados son los siguientes:

Sílice.	38,99
Alúmina.	54,19
Acido fluórico.	6,78

lo cual daria la fórmula 4 *A Si*+*A Fl*; pero el análisis de Berzelius sobre la picnita de Altemberg ha dado:

Sílice.	38,43
Alúmina.	58,00
Acido fluórico.	8,84

lo cual da la fórmula 3 *A Si*+*A Fl*.

Esta sustancia se encuentra en los criaderos de minerales de estaño de Altemberg en Sajonia, llenando algunas hendiduras á cuya pared son perpendiculares sus fibras en medio de las materias micáceas y cuarzosas que forman la parte principal de este criadero metalífero. Tambien se cita en Bohemia en un depósito semejante donde presenta prismas exágonos de color verdoso.

III ESPECIE.—CONDROTITA.

(*Maclurita*, *Brucita*).

Es una sustancia amarillenta ó parduzca que cristaliza en el sistema prismático rectangular oblícuo; su peso específico es de 3,14 á 3,19; raya los feldspatos y es rayada por el cuarzo; se funde difícilmente al soplete, es inatacable por los ácidos y fusible con la potasa cáustica; la disolucion nítrica del resultado de esta operacion da por la potasa despues del tratamiento por un hidrosulfato un precipitado blanco que toma un tinte lila cuando se calcina con una gota de disolucion de cobalto.

Su composicion en peso y admitiendo la teoría del fluor, es la siguiente:

Fluor. . .	15,38	22,64 de fluoruro de magnesio.
Magnesio. .	9,06	
Sílice. . .	33,03	77,36 de silicato de magnesia.
Magnesia. .	44,33	

Dicha composicion admitiendo la teoría del ácido fluórico se expresa por la fórmula *M Fl*+3 *M S* adoptada por Berzelius y que da en peso:

Sílice.	33,03
Magnesia.	59,10
Acido fluórico. . . .	7,86

Se ignora el análisis en que se funda esta fórmula porque la de Seybert única conocida que indica el fluórico, da el resultado siguiente:

Sílice.	32,666
Magnesia.	54,000
Potasa.	2,108
Oxido de hierro. . . .	2,333
Acido fluórico. . . .	4,086
Agua.	1,000

de lo cual es tan difícil deducir la fórmula regular *M Fl*+3 *M Si* como M^2 *Fl*+3 *M S* supuesta por Seybert, y que tiene el inconveniente de ser irregular. En uno y otro caso es preciso suponer un silicato de magnesia *M Si* en estado de mezcla.

Condrodita cristalizada. Se presenta en prismas romboidales ó en octaedros rectangulares muy rebajados, modificados de diferentes maneras.

Condrodita granular. Ofrece cristales redondeados, aislados ó agrupados confusamente en el carbonato de cal.

No se conoce la condrodita mas que diseminada, y hasta aquí no se la ha visto sino en las calizas granosas, ya en América, como en Nueva Jersey, ya en Finlandia ó en Sudermania. Se la ha indicado cerca de Marienberg en Sajonia y tambien en el Vesubio, pero no es cierto que sea la misma sustancia.

FAMILIA DE LOS SELENIDOS.

GÉNERO ÚNICO.

SELENIUROS.

Son cuerpos que dan olor de berza podrida, por la tostacion en el tubo abierto, y un sublimado rojo cuando se les calienta en el tubo cerrado.

La familia de los selenidos es en cierto modo la union de las familias anteriores con las siguientes, puesto que el selenio como el yodo, el cloro etc., es susceptible de formar hidracidos, y como el teluro y el arsénico de volatilizarse en estado simple, de formar óxidos volátiles, y en fin, como todos de combinarse inmediatamente con diferentes metales, ó con los óxidos cuando el mismo está oxigenado.

No conocemos sino pocos seleniuros aunque el número se ha aumentado de algunos años acá, y que los descubrimientos indican muchas combinaciones diversas acerca de las cuales no existen todavía bastantes datos para distinguirlas como especies.

Todos los seleniuros naturales conocidos hasta aquí, tienen lustre metálico y grande analogía con los sulfuros de las mismas bases; y aun se puede pensar que son isomorfos con estos sulfuros; pero solo por la indicacion de las exfoliaciones porque ninguno se ha encontrado en estado de cristales regulares.

Su composicion poco variada se refiere á las fórmulas B^2 Se, B Se, B Se^2, ya simples, ya reunidas entre sí en números atómicos diversos.

No se conocen estas sustancias sino en criaderos metalíferos acompañando á los minerales de cobre ó á los de plomo. En el condado de Harz es donde se han encontrado el mayor número de especies; pero existen tambien en Suecia é igualmente se han citado en Méjico.

PRIMERA ESPECIE.—CLAUSTALIA.

(*Plomo seleniado*):

Es una sustancia metaloidea de color gris de plomo, claro, muy análoga á la galena; de estructura cristalina que indica una exfoliacion cúbica; no dúctil y fácil de cortar; su peso específico es 6,8; es fusible al soplete sobre el carbon dando un óxido amarillo de plomo y granos de este metal; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion da laminillas de plomo metálico sobre una barra de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula Pb Se, mezclado con seleniuro de cobalto segun los análisis de Stromeyer que han dado los resultades siguientes:

Selenio.	28,11
Plomo.	70,98
Cobalto	0,83

No se conoce esta sustancia mas que en masas pequeñas laminosas como la galena laminosa y algunas veces con estructura palmeada. Se la encuentra en el condado de Harz en depósitos ferruginosos situados en los esquistos arcillosos y las dioritas ó implantada en la dolomia y acompañada de malaquita de cuarzo, etc.

APENDICE. *Seleniuro de plomo y de cobalto.* (*Plomo seleniado cobaltífero*). Es de color gris de plomo azulado no dúctil, y su peso específico es 7,697.

Las investigaciones de Rose parecen indicar que existe un doble seleniuro de plomo y de cobalto que formaria una especie particular. El análisis ha dado los resultados siguientes:

Selenio.	31,42
Plomo.	63,92
Cobalto.	3,14
Hierro.	0,45

lo cual daria la fórmula $Co\,S^2+6Pb\,Se$. Sin embargo se podrian reunir tambien los números atómicos de los tres metales y admitir la fórmula (Pb, Co, Fe) Se, que seria una mezcla análoga á la anterior; pero en este caso seria preciso suponer algun error.

La sustancia despues de la calcinacion produce una materia que da un color azul al vidrio del bórax.

Se encuentra igualmente en el condado de Harz, cerca de Klausthal, como el Seleniuro simple é implantado en la dolomia.

Seleniuro de plomo y mercurio. Es una sustancia metaloidea de color gris de plomo, gris de acero ó negro de hierro, que se presenta en masas laminosas, se raya y corta fácilmente, pero no es dúctil; su peso específico es 7,3; da en el tubo abierto un sublimado amarillo de seleniato de mercurio; y en el tubo cerrado y sobre todo mezclado con sosa da gotas de mercurio.

Un análisis de Rose ha dado los resultados siguientes:

Selenio.	24,97
Plomo.	55,84
Mercurio.	16,94

donde se ve poco mas ó menos la fórmula $Hg\,Se+3Pb\,Se$, admitiendo un poco de selenio en exceso ó bien (Pb, Hg) Se, donde todo el selenio se hallaria empleado. No se puede saber si es realmente una combinacion doble de la especie que acabamos de indicar ó simplemente una mezcla de seleniuro de mercurio con seleniuro de plomo; solo se puede observar que la cantidad de seleniuro de mercurio varia considerablemente.

Esta materia procede de la mina de Tilkerode en el condado de Harz y se encuentra implantada en la dolomia.

Seleniuro de plomo y de cobre. Es una sustancia metaloidea de color gris amarillento ó gris de plomo dúctil y fácil de cortar con el cuchillo; su peso específico es 5,6 segun un análisis ó 7 segun otro. Se funde muy fácilmente al soplete dando óxido de plomo y granos metálicos rojizos. Es atacable por el ácido nítrico y su disolucion precipita láminas de plomo y de cobre sobre una barra de zinc, y toma color azul por la adicion del amoniaco.

Dos análisis de Rose han dado los resultados siguientes:

Selenio.	29,96
Plomo.	59,67
Cobre.	7,86
Hierro.	0,33
Oxido de hierro y plomo.	0,44
Pérdida.	0,74
Selenio.	34,26
Plomo.	47,43
Cobre.	15,45
Plata.	1,29
Oxido de plomo, de cobre y de hierro.	2,08

donde se ve que existe Pb Se y Cu Se en mayor ó menor cantidad; uno de los análisis podria dar la fórmula $Cu\,Se+3Pb\,Se$; la otra $Cu\,Se+2Pb\,Se$; habria por consiguiente dos especies que se distinguen ademas por el peso específico y tambien por el color siendo la primera de color de violeta en la fractura. En todos casos debe notarse que el seleniuro de cobre que se presenta aquí es de composicion diferente del seleniuro Berzelina, cuya fórmula es $Cu^2\,Se$.

Las materias que han presentado estos análisis proceden de la mina de hierro de Tilkerode en Harz; se hallan en venas de dolomia y acompañadas de malaquita.

II ESPECIE.—BERZELINA.

(*Cobre seleniado, Seleniuro de cobre*).

Es una sustancia metaloidea de color blanco de plata, dúctil, fusible al soplete, dando un glóbulo gris ligeramente maleable; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion deja precipitar cobre sobre una lámina de hierro.

Su composicion es expresa por la fórmula $Cu^2\,Se$ segun el análisis de Berzelius que ha dado el resultado siguiente:

Selenio.	40
Cobre.	64

Esta sustancia forma barnices negros sobre la caliza espática ó venillas muy delgadas y ramificadas en la misma sustancia. Hasta ahora solo se ha encontrado en una mina de cobre en Smoland.

III ESPECIE.—EUCAIRITA.

(*Cobre seleniado argental, Seleniuro de cobre y plata*).

Es una sustancia metaloidea de color gris de plomo dúctil y que se deja cortar por el cuchillo; es fusible al soplete y da un grano metálico gris no maleable; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion da cobre y plata sobre una barra de hierro y un precipitado blanco por el ácido hidroclórico.

Su composicion se expresa por la fórmula $Aq\,Se+Cu^2\,Se$ segun el análisis de Berzelius que ha dado los resultados siguientes:

Selenio.	26,00
Plata.	38,93
Cobre.	23,05
Sustancias terrosas. . . .	8,90
Acido carbónico y pérdida.	3,12

La eucairita no se presenta mas que en masas pequeñas de estructura cristalina ó compacta diseminadas en la caliza, como la berzelina, ó en rocas magnésicas; procede asimismo de una mina de Smoland.

APENDICE Á LOS SELENIUROS. *Seleniuro de zinc.* Este mineral fue descubierto por don Andrés del Rio, que le indica como procedente de Culebras en Méjico: su peso específico es 5,56, y es parecido á la plata gris; su análisis ha dado el resultado siguiente:

Selenio.	49
Azufre.	1,50
Zinc.	24
Mercurio.	19
Caliza.	6

lo que daria quizá Hg S^3+4Zi Se. Del-Rio anuncia otra combinacion que no difiere segun él de la anterior mas que en ser de un color rojo de cinabrio, cuyo peso específico es 5,66 y que está compuesta de cinabrio Hg Su en lugar de sub-sulfuro de mercurio, Hg^2 Su que se encuentra en la sustancia. Podria en efecto admitirse la composicion Hg^2 Su en el análisis que acabamos de presentar, pero entonces se tendria un seleniuro de la fórmula Zi^3 S_i^5 que no es muy probable.

FAMILIA DE LOS TELURIDOS.

SON cuerpos que dan un sublimado gris en el tubo cerrado, y despiden por la tostacion en el tubo abierto un humo blanco, picante sin olor que se deposita en la parte fria del tubo en forma de polvo blanco, susceptible de fundirse en gotillas transparentes cuando se calienta inmediatamente.

Existe frecuentemente el selenio en las sustancias de esta familia y manifiesta entonces su presencia por su olor particular, por lo demás se sublima despues del óxido de teluro, que se encuentra solo en la parte mas alta del tubo.

Esta familia muy notable por su afinidad con los selenidos, que la unen con las anteriores, por sus afinidades está compuesta de un pequeño número de sustancias, el teluro y algunos telururos.

Todas estas sustancias tienen lustre metálico, y su peso específico es considerable, pues no es menos de 5,72, y llega á cerca de 10. Sus cristales son raros, siempre muy pequeños, y tienen en general mucha analogía entre sí lo que hizo referirlos todos en un principio, á un mismo tipo de cristalizacion. Sin embargo unos parecen pertenecer al sistema romboédrico, otros al prismático de base cuadrada, y el resto al sistema prismático rectangular. En estos dos últimos sistemas sobre todo es donde las formas tienen mayor analogía.

Todas las especies son bastante blandas y se dejan cortar por el cuchillo: hay algunas que son flexibles, casi ductiles, y otras son frágiles y agrias: la mayor parte tienen apenas la dureza suficiente para rayar la caliza.

La composicion de los teluluros no se halla aun bien establecida, pero en todos los que se conocen es probable que se encuentren combinaciones dobles, y aun parece que existen combinaciones de telururos y de sulfuros.

En cuanto al depósito estas sustancias poco abundantes en la naturaleza, se encuentran ó en los terrenos de dioretas ó en los depósitos traquíticos y casi siempre en depósitos auríferos y argentíferos. Donde principalmente se han observado es en Transilvania y solo hay algunos indicios bastante vagos de su existencia en otras comarcas.

Casi todas las especies contienen esencial ó accidentalmente oro y plata, y son buscadas con gran cuidado por los mineros para sacar de ellas estos dos preciosos metales.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE UNICA.—TELURO.

(*Aurum problematicum* ó *paradoxum*, *Silvano*, *Silvanita*).

Es una sustancia metálica de color blanco de estaño ó gris de acero, que cristaliza en prismas exágonos regulares; su peso específico es 6,115 en estado de pureza, pero varía de 5,72 á 6,53 por efecto de las mezclas; es blando y frágil; raya la caliza; es muy fusible al soplete, y se volatiliza casi enteramente por la tostacion; es atacable por los ácidos dejando poco ó ningun residuo; su disolucion apenas da indicios sino de hierro, y una cortísima cantidad de las otras bases.

El teluro es uno de los cuerpos simples de la química; pero en la naturaleza se observa frecuentemente una corta cantidad de materias extrañas que se hallan sin duda en estado de telururo. Klaproth ha encontrado en un ejemplar las sustancias siguientes:

Teluro.	92,55
Hierro.	7,20
Oro.	0,25

Teluro cristalizado. Se presenta en cristales pequeños muy raros, aplanados, que forman prismas exágonos comunmente ensanchados en un sentido, y terminados por facetas anulares.

Teluro laminoso. Se compone de laminillas brillantes, ya reunidas, ya diseminadas, pero muy aproximadas en gangas cuarzosas.

Teluro granular. Se presenta en granos muy finos análogos á los granos de acero.

Esta sustancia no se ha encontrado hasta ahora mas que en Transilvania, en venillas dispersas en grandes depósitos de materias terrosas y ferruginosas, donde se encuentra galena, blenda, argyrosa y oro, y que se hallan subordinadas á esquistos ó á dioritas porfídicas; tambien se le ha indicado en algunos puntos del Connecticut en los Estados-Unidos de América.

II GÉNERO.--TELURURO.

ESTE género comprende cuerpos que dejan siempre despues de una tostacion suficiente, diferentes materias en cantidad notable, y que presentan indicios de diferentes bases por los reactivos despues de la disolucion en los ácidos.

PRIMERA ESPECIE.—BORNINA.

(*Teluro seleniado bismutifero*, *Bismuto telurado*, *Plata molibdica*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero ó blanco de zinc, que se presenta en láminas cristalinas ligeramente flexibles; su peso específico es 7,82; es fusible al soplete desprendiendo un olor de selenio y reduciéndose á un glóbulo metálico que cubre el

carbon de óxido naranjado; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion precipita por la adiccion de agua y por el nitrato de barita.

Su composicion se expresa por la fórmula Bi Te²+ Bi Su con un poco de esta sustancia en exceso, segun un análisis de Wehrle que ha encontrado en ella lo siguiente:

Teluro	34,6
Bismuto	60
Azufre é indicios de selenio	4,8

Este análisis confirma el resultado del de Klaproth que habia obtenido de él 5 por 100 de azufre, pero que habia confundido los dos metales bajo el nombre de bismuto, lo cual no tiene nada de particular en atencion á la época en que trabajaba.

Esta sustancia se presenta en láminas exágonas ó en láminas irregulares. No se la ha encontrado jamás sino en muy pequeña cantidad, de suerte que es extremadamente rara en las colecciones; Beudant asegura no haber visto sino un ejemplar en Freyberg en Sajonia. Born, que ha hablado de ella el primero, la ha indicado en Borsony á orillas del Lipoly-Sag, donde la encontró en las ruinas de una mina que habia sido explotada. Se la ha hallado despues en Schernowitz á orillas del Gran, y de aquí proviene el mineral ensayado por Wehrle. En uno y otro caso esta sustancia se encuentra en depósitos auríferos enclavados en los terrenos de dioritas porfídicas. Esmarck la ha observado tambien en Tellemarken en Noruega, donde parece que es mas abundante en selenio. Se la cita en fin en Bastnaes en el Westmanland, donde acompaña la cererita.

II ESPECIE.—ELASMOSA.

(*Teluro nativo auro-plumbífero*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de plomo, laminosa, y fácilmente exfoliable en un sentido. Las exfoliaciones en otros sentidos indican un prisma rectangular, ó mas bien de base cuadrada; es fusible sobre el carbon, cubriéndole de óxido de plomo; se reduce á un glóbulo gris maleable que concluye por dejar un pequeño boton de oro; da olor de azufre por la tostacion en el tubo; es atacable por el ácido nítrico con resíduo blanco de sulfato de plomo, que deja un boton de oro cuando se le trata de nuevo al soplete sobre el carbon; su disolucion precipita láminas de plomo sobre una barra de zinc.

Su composicion quizá sea Pb Te, mezclada con galena y telururo de oro y de cobre del mismo órden, como se ve por los análisis siguientes:

Elasmosa laminosa, por Brandes.

Teluro	26,40
Plomo	46,00
Oro	7,50
Cobre	1,00
Azufre	2,.0
Materias silíceas indicios.	

Elasmosa laminosa, por Klaproth.

Teluro	32,2
Plomo	9,0
Oro	9,0
Cobre	1,3
Plata	0,5
Azufre	3,0

Se puede admitir una mezcla de todas estas sustancias; pero es de notar que se puede asimismo deducir sensiblemente de uno y otro análisis la composicion triple Au Te+2 P Su+4 Pb Te, con mezcla de una corta cantidad de Cu Te, que casi se halla tambien en proporcion definida; la presencia del sulfuro de plomo, seria entonces un carácter distintivo por el que la elasmosa diferiria esencialmente de la especie mullerina, con la que ha sido confundida muchas veces.

Elasmosa cristalizada. Se presenta en pequeños prismas muy cortos, ó láminas rectangulares ú octógonos, simples ó modificados sobre las aristas de las bases, algunas veces sobre los ángulos.

Elasmosa laminar. Se presenta en pequeñas masas formadas de láminas planas ó curvas, amontonadas confusamente unas sobre otras. Así es como se encuentra comunmente en las colecciones.

No se ha hallado la elasmosa mas que en Nagy-Ag en Transilvania, en depósitos auríferos que parecen pertenecer á la formacion traquítica. Está frecuentemente acompañada de manganesa de color de rosa.

III ESPECIE.—MULLERINA.

(del nombre de Muller que ha descubierto el Teluro), (*Teluro auro-plumbífero, Plata telurada, Oro gris amarillento, Teluro gris, Teluro silber*).

Es una sustancia metaloidea, de un color blanco amarillento, no laminosa, que cristaliza en prismas romboidales de cerca de 105° 30′ y 74° 30′; su peso específico es 9,22; no es flexible, es ágria, y no deja indicio metálico sobre el papel; es fusible sobre el carbon cubriéndole de óxido de plomo, y reduciéndose á un grano metálico blanco poco dúctil; es atacable por el ácido nítrico con resíduo metálico amarillo, y poco ó nada de precipitado de sulfato de plomo; su disolucion da láminas de plomo y un precipitado de plata sobre una barra de zinc.

Su composicion quizá sea (Pb, Aq) Te+Au Te con teluro en estado libre, segun el análisis de Klaproth, que ha hallado:

Teluro	44,75
Plomo	19,50
Plata	8,50
Oro	26,75
Azufre	0,50

se ve por consiguiente que quedaria teluro en estado libre, cuya cantidad seria aquí de 10,6. Esto produce alguna duda acerca de la composicion de la sustancia; pero aquí sucede como en todos los demás telururos, que seria necesario examinar de nuevo.

Mullerina cristalizada. Es rara, y se presenta en cristales pequeños que son láminas rectangulares mas ó menos gruesas, modificadas de diferentes maneras.

Mullerina acicular y cilindroidea. Se presenta en cristales prolongados desfigurados, agrupados y diseminados en la caliza espática ó en el cuarzo.

Mullerina fibrosa. Se presenta en masas pequeñas compuestas de fibras entrelazadas.

Esta sustancia se encuentra asimismo en los depósitos auríferos de Nagy-Ag en Transilvania. Es una materia importante en la explotacion, y muy buscada á causa de la cantidad de oro que contiene.

IV ESPECIE.—SILVANO.

(*Teluro auro-argentífero, Teluro gráfico, Oro gráfico, Oro blanco dendrítico, Silvano gráfico*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero claro, no laminosa, que cristaliza en prismas romboidales de 107° 40′ próximamente; su peso específico es 7,51; es agria, fusible sobre el carbon, y se reduce á un boton metálico de color amarillo claro; es dúctil atacable por el ácido nítrico con resíduo me-

tálico amarillo; su disolucion no da láminas de plomo sobre una barra de zinc, sino únicamente un precipitado de plata.

Su composicion se puede expresar por la fórmula $Ag\,Te + 3\,Au\,Te^3$ mezclada con una corta cantidad de $Au\,Te$ y de teluro libre, segun el análisis de Klaproth que ha dado el resultado siguiente:

Teluro.	60
Oro.	30
Plata.	10

Silvano cristalizado. Se presenta en cristalitos delgados en que domina generalmente el prisma rectangular mas ó menos modificado, rara vez el prisma romboidal, y algunas veces el prisma exágono.

Silvano dendroideo ó gráfico. Está formado de láminas ó de agujas cristalinas agrupadas con regularidad, y que algunas veces componen líneas mas ó menos interrumpidas que imitan caracteres orientales.

Silvano acicular. Se presenta en agujas cristalinas dispersas en una ganga de cuarzo, y algunas veces agrupadas.

El silvano existe tambien en los depósitos auríferos de Nagy-Ag, donde va acompañado de elasmosa y sobre todo de mullerina, con la cual se halla muchas veces confundido en las colecciones cuando es acicular; pero se encuentra principalmente en Offenvanija donde está solo, y es muy estimado en las explotaciones á causa de la gran cantidad de oro y plata que entra en su composicion.

FAMILIA DE LOS FOSFORIDOS.

GÉNERO ÚNICO.--FOSFATO.

Este género comprende cuerpos sólidos no metálicos que dan por la fusion con el carbonato de sosa una sal soluble en el agua, cuya disolucion préviamente despojada de ácido carbónico, precipita en blanco por el nitrato de plomo y en amarillo por el de plata. El precipitado formado por el nitrato de plomo, no se reduce sobre el carbon, se funde y forma un boton de facetas cristalinas por el enfriamiento.

Los fosfatos se hallan comunmente mezclados con arseniatos y vice-versa; la presencia de los arseniatos es indicada en el ensayo del precipitado sobre el carbon; entonces se desprende un olor arsenical y se manifiestan algunos glóbulos de plomo.

Hay tambien fosfatos que contienen cloro y fluor; en el primer caso, ofrecen con el fosfato amoniacal y el cobre, el carácter de los cloruros; en el segundo, ofrecen el carácter de los fluoridos tratándoles con ácido fosfórico.

Las formas de que son susceptibles las especies de este género, pertenecen en general á los sistemas prismáticos; algunas se refieren al prisma de base cuadrada; pero la mayor parte de las especies cristalizan en los sistemas rectangulares rectos ú oblicuos; solo hay dos que se refieren al sistema romboédrico, y presentan el prisma exágono ó sus derivados. Los cristales grandes son generalmente raros, y la mayor parte de las especies no los presentan sino de muy cortas dimensiones.

Hay pocas sustancias en este género que presenten bastante transparencia para ser examinadas bajo el aspecto de la refraccion; asi no se han estudiado hasta ahora mas que dos en este concepto; pero los sistemas de cristalizacion demuestran que tienen todas la doble refraccion, y que la mayor parte son de dos ejes.

Los colores son generalmente bastante vivos en las especies de este género; muchas afectan diferentes tintas azules, verdes y amarillas, que dependen de la naturaleza de su base; otras que serian naturalmente blancas, se hallan teñidas accidentalmente de colores vivos de diversas especies, y aun hay algunas que siempre se encuentran coloreadas aunque naturalmente deberian ser blancas.

Los fosfatos son sustancias poco duras; no hay una que no raye el cuarzo; tres ó cuatro rayan el vidrio; as otras solo la fluorina ó la caliza, y hay algunas que son rayadas por esta última sustancia.

Bajo el aspecto de la composicion hay fosfatos de bases de un átomo de oxígeno, en los cuales se reconocen las composiciones $r\,P$, $r\,P^2$, $r^2\,P^5$, $r^3\,P^5$, $r^4\,P^5$, $r^8\,P^{15}$, representando r, la base. Otros forman bases de tres átomos de oxígeno; hay algunos que son bastante conocidos para que se pueda decir que presentan la composicion $R^{12}\,P^{15}$; pero en otros se puede suponer que la composicion es $R\,P^5$, $R^3\,P^5$, $R^6\,P^5$, $R^9\,P^5$, representando R la base. Unos son anhidros otros hidratados. Hay muchas sales dobles que estan formadas, ya por reuniones de fosfatos de bases diferentes con el mismo grado de oxidacion, ya por reuniones de fosfatos del mismo cuerpo, y con grados de oxidacion diferentes. Hay tambien combinaciones dobles, formadas por la reunion de los fosfatos con cloruros ó fluoruros.

Los fosfatos se encuentran unas veces diseminados en rocas de cristalizacion ó tapizando sus hendiduras; otras en los criaderos metalíferos de plomo, cobre y hierro, y otras en fin, en nidos pequeños en los depósitos de sedimento, á veces aun en los mas modernos; hay algunos que se encuentran de todas estas maneras; solo una variedad constituye colinas bastante extensas, formando masas de una solidez, que permite explotarlas como piedras de construccion.

PRIMERA ESPECIE.—APATITO.

(*Cal fosfatada ó fosforada, Moroxita, Asparagolita. Fosforita, Tierra de Marinarosch, Berilo de Sajonia, Agustita, Piedra de espárrago*).

Es una sustancia de colores variados, vítrea ó térrea, que cristaliza en prismas de base de exágono regular, cuya altura es á la apotema poco mas ó menos como los números 39 y 46; su peso específico es de 3,166 á 3,285; raya la fluorina y es rayada por los feldspatos; se funde muy difícilmente al soplete; no da agua por la calcinacion; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco.

Su composicion es la que expresa los análisis siguientes hechos por Rose:

Apatito de Scania.

Acido fosfórico.	41,48
Cal.	49,65
Cloro.	2,71
Fluor	2,21
Calcio	3,95

Apatito del cabo de Gata.

Fosfato de cal.	92,066
Fluoruro de calcio.. . . .	7,049
Cloruro de calcio.	0,885

Apatito de Apendal.

Fosfato de cal.	92,19
Fluoruro de calcio.	7,01
Cloruro de calcio.	0,80

Apatito del Tirol.

Fosfato de cal.	92,16
Fluoruro de calcio.	7,69
Cloruro de calcio.	0,15

Se ve por estos análisis que el fluoruro de calcio es el que mas se sostiene en la composicion de la sustancia; que puede ser en parte reemplazada por el cloruro, pero que este último es algunas veces enteramente inapreciable.

Hay motivo para creer que la composicion que se ha reconocido asi en las variedades que acabamos de indicar, existe en todos los fosfatos de cal cristalizados; pero aun cuando se ha de presumir que sucede lo mismo en los fosfatos terrosos que conocemos en varias localidades, no se puede afirmar definitivamente puesto que los analisis no indican la presencia del fluor ó del cloro y que los ensayos químicos no dicen mas. Podria suceder que hubiera fosfatos de cal simples en la naturaleza, los cuales deberian en tal caso constituir una especie particular.

Apatito cristalizado. Se presenta en prismas exágonos alguna vez simples, pero por lo general modificados en las aristas y en los ángulos, algunas veces de una manera muy complicada ó terminados por pirámides.

Se conoce tambien *Apatito mamelonado*, *estalactítico*, *reniforme*, *laminoso*, *granular*, *fibroso*, *testáceo*, *compacto y terroso*.

El apatito es *incoloro*, *amarillo*, *azul*, *violado* ó *verdoso*, *transparente*, *trasluciente* ú *opaco*.

El apatito cristalino, se halla diseminado en las rocas de granito, del gneiss, de clorita ó de talco, ó bien llena las hendiduras, y en este estado se encuentra en el Cabo de Gata, en Nantes y otros puntos de Francia, y en diferentes localidades de Baden, Sajonia, Tirol, Cornwall, Pensilvania, Groenlandia etc., algunas veces forma masas bastante voluminosas, donde se halla entremezclado con feldspatos anfiboles etc. Se encuentra asimismo en los traquitos basaltos y lavas como en el Cabo de Gata, y en Jumilla en España, en los departamentos del Herault y Bocas del Ródano en Francia, en el Vesubio, en Albano etc. Existen en los criaderos metalíferos de minerales de estaño en varios puntos de Sajonia y Bohemia en los de minerales de hierro magnético que se encuentran en varios puntos de Noruega, Dalecarlia y Sajonia y aun con los minerales de plomo en una localidad de Noruega.

Los apatitos litoideos y terrosos, forman depósitos ó riñones pequeños diseminados en diferentes terrenos. Un apatito terroso se encuentra en filones ó en capas pequeñas, en rocas de cuarzo como en Kobolo Poljana en el Marmaros; existe en depósitos fibrosos, dendríticos, estalactíticos, testáceos, entremezclados con capas cuarzosas ó cortados por filones de cuarzo que constituyen colinas enteras, como en Logrosan, provincia de Cáceres. En fin se encuentran riñones de Apatito terroso en arcilas de terrenos ullíferos, en las minas de Fins en Francia, en la parte superior de la formacion jurásica, como en el departamento de la Costa de Oro, en arcillas que contienen minerales de hierro en grano, en la creta ó arcillas inferiores, como en Vissant, paso de Calais, y en el Havre, y en arcillas terciarias inferiores en Auteuil cerca de París. Se han tallado algunas veces ciertas variedades de apatito azuladas ó de color azul verdoso; pero no dan sino piedras de poco lustre, y no tienen jamás valor alguno. Se han explotado en Estramadura las variedades en gran masa, de Logrosan como piedras de construccion.

II ESPECIE.—PIROMORFITA.

(*Plomo fosfatado*, *Plomo verde*, *Policromo*).

Es una sustancia que cristaliza en prismas de base de exágono regular, cuya altura es á la apotema poco mas ó menos como 66 á 37, y que se exfolia paralelamente á sus caras con bastante facilidad; su peso específico es 7,09; raya apenas la caliza, es frágil, no da agua por la calcinacion; es fusible al soplete en una materia que forma un boton de facetas por enfriamiento; es atacable por el ácido nítrico y su disolucion precipita láminas metálicas de plomo sobre una barra de zinc.

Su composicion es la que expresan los siguientes análisis de Wohler.

Piromorfita de Tschopeau.

Acido fosfórico. . . .	15,727
Protóxido de plomo.. .	74,216
Cloruro de plomo. . .	10,054

Piromorfita de Leadhills.

Fosfato de plomo. . .	88,16
Cloruro de plomo. . .	9,91

Todas las variedades que se han podido ensayar dan indicios de cloruro de plomo que por consiguiente debe ser considerado como parte constituva. Pero es muy notable que ninguna variedad haya dado señales de ácido fluórico. Estos fosfatos se hallan frecuentemente mezclados con arseniatos de la misma fórmula.

Piromorfita cristalizada. Se presenta en prismas exágonos rara vez dodecágonos simples ó terminados por facetas anulares ó pirámides; algunas veces en dodecaedros isósceles rara vez simples, lo mas comunmente truncados en el vértice, modificados sobre las aristas de las bases.

Piromorfita acicular. Se presenta en pequeños cristales muy prolongados, que parecen ser algunas veces pirámides muy agudas; frecuentemente muy apretados unos contra otros, como las sedas del terciopelo ó los penachos de los musgos.

Piromorfita bacilar. Se presenta en masas compuestas de fibras mas ó menos gruesas, acanaladas, algunas veces muy finas, que son rectas, paralelas ó entremezcladas irregularmente.

Pyromorfita mamelonada ó botroidea. Se compone de mamelones dispuestos en la superficie de otros cuerpos, ó reunidos entre sí de diversos modos.

Pyromorfita estalactítica. Forma estalactitas pequeñas, simples ó cubiertas de cristales aciculares.

Pyromorfita pulverulenta. Se presenta en polvo amarillo naranjado ó verdoso.

Los colores con que esta sustancia aparece son principalmente el verde herbáceo, el amarillo de diferentes matices, el pardo ó el violado.

La pyromorfita es una materia propia de criaderos metalíferos, principalmente de minas de plomo, donde tapiza ó llena las hendiduras y cavidades. Existe en un gran número de lugares de Francia, en Bretaña, en Alsacia, en Inglaterra cerca de Cornwall en Cumberland, en Escocia, en el país de Baden, en el condado de Hartz, en Sajonia, Bohemia, Siberia, Méjico etc. Va acompañada de las diferentes materias

que se encuentran en estos depósitos de chalkopirita, de malaquita, de blenda, de pirita etc. Segun parece es descompuesta algunas veces por las piritas y de la accion mutua de estas sustancias, resulta la conversion de los cristales de piromorfita en galena que conserva su forma.

III ESPECIE.—WAGNERITA.

(*Magnesia fosfatada*):

Es una sustancia blanca, que cristaliza y se exfolia en un prisma romboidal oblícuo de 95° y 25°, cuya base se halla inclinada sobre los planos 109° 20′; su peso específico es 3,15; raya el vidrio con dificultad y es rayada por los feldspatos; es difícilmente fusible al soplete y no da agua por la calcinacion; es atacable por el ácido nítrico y su disolucion, privada del hierro por un hidrosulfato da por la sosa un precipitado que se vuelve de color de lila, cuando se calienta al soplete despues de haberle humecido con una gota de nitrato de cobalto.

Su composicion en peso es la siguiente:

Acido fosfórico. . .	43,33	80,96 de fosfato de magnesia.
Magnesia.	37,63	
Fluor.	11,35	19,04 de fluoruro de magnesio.
Magnesio.	7,69	

La composicion correspondiente en la hipótesis del ácido fluórico es la siguiente:

Acido fosfórico.	43,33	$M^3\ P^5+M\ Fl.$
Magnesia	50,17	
Acido fluórico.	6,50	

El análisis directo que se debe á Fuch, da el mismo resultado suponiendo que un poco de magnesia, ha sido reemplazada por el óxido de hierro y de manganeso; las sustancias obtenidas por este análisis son:

Acido fosfórico. . .	41,73	$(M, f, mn)\ 3\ P^5+M Fl.$
Magnesia.	46,66	
Oxido de hierro. . .	5,00	
Oxido de manganeso.	0,50	
Acido fluórico.. . .	6,50	

Wagnerita cristalizada. Es rara, y se presenta en prismas romboidales ó rectangulares modificados de diferentes maneras.

Wagnerita laminar. Presenta las exfoliaciones propias de la sustancia.

La wagnerita ha sido observada en venas de cuarzo que atraviesan el esquisto, en el valle de Hollgraven en Salzburgo. Se la ha citado despues en los Estados Unidos de América, y Fuch, que le ha dado á conocer por su análisis, la ha aplicado asimismo el nombre que lleva,

IV ESPECIE.—JERROTIMA.

(*Itria fosfalada*).

Es una sustancia amarillo parduzca, que cristaliza en un octaedro de base cuadrada, de fractura laminosa en un sentido y en la cual presenta un lustre resinoso; su peso específico es 4,5577; raya la fluorina y es rayada por un punzon de acero; no da agua por la calcinacion, es infusible al soplete cuando está sola; da por el carbonato de sosa, una escoria infusible despues de haber hecho una viva efervescencia; es inatacable por los ácidos.

El análisis de esta sustancia hecho por Berzelius ha dado el resultado siguiente:

Acido fosfórico y un pocoácido fluórico.	39,49
Itria.	62,58
Sub-fosfato de hierro.	3,93

En lo cual se ve claramente la relacion de 3 á 2 entre las cantidades de oxígeno del ácido y de la base. Pero Berzelius ha admitido la relacion 5 á 3 expresada por la fórmula $Yt^3\ P^5$ distribuyendo el resultado de las investigaciones que ha hecho.

Esta sustancia que tiene algunas analogías exteriores con el zircon, no ha sido observada hasta ahora mas que en cristales mal configurados ó en pequeñas masas laminosas. Ha sido descubierta por Tank en Noruega en una pegmatita con una sustancia bastante parecida á la ortita.

Fosfatos ferruginosos. Estos fosfatos son sustancias atacables por el ácido nítrico, y su disolucion da un precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

V ESPECIE.—TRIPLITA.

(*Manganeso fosfatado ferrífero*).

Es una sustancia parda ó negruzca que se presenta en masas susceptibles de exfoliarse paralelamente á los planos de un prisma rectangular; su peso específico es de 3,43 á 3,9; raya la fluorina y es rayada por los feldspatos; da por la calcinacion una corta cantidad de agua ácida que corroe las paredes de la vasija; se funde muy fácilmente al soplete dando un glóbulo negro magnético, y produce una sustancia verde con el carbonato de sosa. Es atacable por el ácido nítrico y su disolucion da por el hidrocianato ferruginoso de potasa un precipitado azul que por la sosa presenta indicios de manganeso.

Su composicion se expresa por la fórmula $f^4\ P^5+mn^4\ P^5$ segun el análisis de Berzelius que ha dado los resultados siguientes:

Acido fosfórico.	32,78
Protóxido de hierro. . .	31,90
Protóxido de manganeso.	32,60
Fosfato de cal	3,20

La triplita no se conoce cristalizada; no se encuentra mas que en masas susceptibles de exfoliacion que forman nidos ó filones en los granitos. Hasta ahora solo se cita positivamente nna localidad en Francia; pero se asegura, que existe tambien en Pensilvania.

VI ESPECIE.—HUREAULITA.

Es una sustancia de color amarillo rojizo y fractura vítrea que cristaliza en prismas oblícuos romboidales de 117° 30′ y 62° 30′; su peso específico es 2,27; raya la caliza, y es rayada por la fluorina; da agua por la calcinacion; es muy fusible al soplete dando un glóbulo negro metaloideo, y presenta por lo demás los caracteres químicos de la triplita.

Su composicion se expresa por la fórmula $f\ mn^5\ P^8\ Aq^6=f\ P^2+3\ mn\ P^2+6\ Aq$, segun el análisis de Dufresnoy que ha dado el resultado siguiente:

Acido fosfórico.	38,00
Protóxido de hierro. . .	11,10
Protóxido de manganeso.	32,85
Agua	18

Hureaulita cristalizada. Se presenta en prismas pequeños romboidales, simples ó modificados sobre la arista aguda y terminados por un vértice diedro. Estos cristales se hallan pegados lateralmente.

Esta variedad es la que ha sido analizada; pero se encuentra con materias concrecionadas escamiformes, algunas veces fibro-laminosas rodeadas y aun compactas y terrosas que son probablemente de la misma especie; la variedad escamiforme es de un color pardo rojizo oscuro y lustre vivo y nacarado.

La hureaulita se encuentra en nidos pequeños en

las masas de pegmatita en las cercanías de Limoges en Francia donde va acompañada de fosfato de hierro fibroso de color verde aceitunado; pero no se la ha encontrado en sus depósitos, sino que los ejemplares conocidos han sido hallados en montones de escombros reunidos para la composicion de los caminos.

VII ESPECIE.—HETEROSITA.

Es una sustancia de color gris azulado de lustre grasiento que se vuelve de color violeta mate en las partes alteradas; es susceptible de exfoliarse en un prisma romboidal oblicuo de 100° á 101° próximamente; su peso específico es 3,52 en las partes no alteradas, y 3,39 en las que lo están; raya el vidrio cuando no está alterada, y es rayada por un punzon de acero; da agua por la calcinacion, es fusible al soplete con hervor dando un glóbulo pardo metaloideo, y ofreciendo en lo demás los caracteres químicos de la triplita.

Su composicion se expresa por la fórmula $mnf^2\ P^6$ $Aq=mn\ P^2+2\ f\ P^2+Aq$, segun el análisis de Dufresnoy que ha dado el resultado siguiente:

Acido fosfórico.	41,77
Protóxido de hierro. . .	34,89
Protóxido de manganeso.	17,57
Agua.	4,40
Sílice.	0,22

donde se ve que la diferencia con la especie anterior se encuentra en la relacion que existe entre las cantidades de las sales anhidras y la cantidad de agua; por lo demás, es el mismo órden de composicion.

La heterosita se encuentra como la especie anterior en las pegmatitas de las cercanías de Limoges en Francia, y va acompañada de fosfato de hierro manganésico verde ó parduzco con el cual se halla algunas veces íntimamente mezclado.

Apéndice á los fosfatos ferruginosos. Especies mal conocidas. Fosfatos de hierro. *Hierro fosfatado*; *hierro hidro sub-fosfatado*; *sub-fosfato de hierro manganesífero*; *azul marcial cristalizado*; *azul de Prusia nativo*; *prusiato de hierro nativo*. Es una sustancia blanca, verde ó azul, cristalizada ó térrea; da agua por la calcinacion, se vuelve magnética cuando se tuesta tomando un color rojo, y se funde dando una materia gris de acero con lustre metálico; es atacable por el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso; su disolucion da por el hidrocianato ferruginoso de potasa un precipitado abundante que manifiesta poco ó nada las reacciones del óxido de manganeso.

Muy difícil es en el estado actual de nuestros conocimientos establecer la composicion de los fosfatos de hierro; solo se sospecha que deben existir varias especies; pero es imposible admitir ninguna definitivamente; esto depende de la dificultad de saber la cantidad de peróxido y de protóxido de hierro que hay de estas materias, y quizá de los errores que no han podido aun reconocerse.

Es probable, que en todos los fosfatos de hierro que presentan un color azul ó verdoso, exista una mezcla ó combinacion de fosfato de protóxido y de fosfato de peróxido; en efecto, en los laboratorios nunca se obtienen mas que fosfatos blancos ó blanco amarillentos, ya sea que se precipite por el fosfato de sosa una sal de protóxido de hierro ó una sal de peróxido. El fosfato azul no puede obtenerse sino dejando el protofosfato expuesto al aire; entonces se le ve tomar color azul en muy poco tiempo, y si se le trata despues por la potasa cáustica, se obtiene un residuo negro de hierro; por consiguiente ha habido oxidacion de una parte de protóxido. Esto parece que sucede en la naturaleza donde se forman frecuentemente protofosfatos, cuyo órden no conocemos bien, y estas sales originariamente blancas toman color azul por la accion del aire oxidándose cada vez mas hasta ciertos términos que parece se deben detener en proporciones determinadas, pero que como llegan lentamente, pueden presentar todos los números intermediarios. Lo que hay de cierto es, que se encuentran en la naturaleza masas de fosfato azul, cuyo centro está todavía blanco, y que la fractura reciente se empaña á poco rato tomando un color gris azulado, y despues azul mas ó menos oscuro. Paro si es este muy probablemente el orígen de los fosfatos azules, no podemos decir nada acerca del de los fosfatos verdes.

En la imposibilidad de establecer las composiciones expondremos los análisis que se han hecho y sus resultados haciendo provisionalmente de los fosfatos ferruginosos tres divisiones.

Fosfatos blancos. Son sustancias blancas ó de un color blanco agrisado: no cristalizan; se vuelven prontamente de color azul por la exposicion al aire.

Respecto á su composicion, todo prueba que estos fosfatos son de base de protóxido de hierro; pero no se les ha examinado sino despues de pasar al color azul, y es difícil fijar positivamente su órden de composicion. Se les conoce en dos localidades, y hay probablemente otros muchos que tienen naturalmente en el seno de la tierra el color blanco: uno es de Eckartsberg cerca de Weissenfels en Turingia segun Klaproth nos demuestra, y el otro de Nueva Jersey en la América septentrional que por el análisis han dado los resultados siguientes:

Fosfato de Eckartsberg por Klaproth.

Acido fosfórico.	32
Oxido negro de hierro. .	47,50
Agua.	20

Se puede considerar el óxido negro como existente en la sal analizada; ó como el resultado de la evaporacion que ha debido sufrir para separar los elementos. En el primer caso, la materia azul contendria:

Acido fosfórico. . . .	32
Peróxido de hierro. . .	32,79
Protóxido de hierro. . .	14,71
Agua.	20

En el segundo caso seria necesario referir el óxido negro todo entero al estado de protóxido y se tendria:

Acido fosfórico. . . .	32
Protóxido de hierro. . .	44,14
Agua.	23,86

El color azul no podria considerarse sino como resultado de la formacion de una cantidad cortísima de peróxido.

Por último, siguiendo los detalles del análisis de Klaproth, se encuentra que deberia corregirse como sigue:

Acido fosfórico. . . .	34,42
Protóxido de hierro. . .	44,14
Agua.	21,44

Se ve por este exámen que no puede sacarse nada positivo de los diferentes análisis que se han hecho de los fosfatos de protóxido de hierro blanco, colorados de azul por su exposicion al aire. Preciso es esperar las investigaciones futuras, y para tener alguna cosa fija, debe cuidarse de poner al abrigo del contacto del aire los ejemplares que se puedan recoger.

Los fosfatos blancos no existen en las colecciones porque jamás se han tomado las precauciones necesarias para conservarlos en estado natural, y por otra

parte se hallan ya frecuentemente alterados en la naturaleza. No se han visto aun estos fosfatos sino en estado terroso, y solo el centro de los pedazos algo voluminosos ha permanecido blanco, la superficie ha tomado el color azul mas ó menos profundamente.

Hasta ahora no se conocen mas que en las dos localidades que hemos citado donde se encuentran ya en depósitos de caliza secundaria, ya en materias terrosas.

2.° Fosfatos verdes. *Sub-fosfato de hierro manganesífero del Lemosin.* Es una sustancia de color verde de puerro, verde oscuro, verde amarillento ó castaño, que se presenta en núcleos compactos ó ligeramente cristalinos ó en masas pequeñas geódicas fibrosas y radiadas; su peso específico varía de 3,49 á 3,56 ó 3,227.

Un análisis cuyo autor se ignora, presenta el resultado siguiente :

Acido fosfórico.	27,72
Oxido de hierro.	63,45
Agua.	8,56

en la cual se ve una analogía á excepcion de las cantidades de agua con las materias que se supone existen en los fosfatos de Eckartsberg y de Nueva Jersey.

Si se tiene en cuenta que hay una pérdida, y se atribuye á la existencia de una corta cantidad de peróxido de hierro, se transforma el análisis en

Acido fosfórico.	27,72
Protóxido de hierro. . .	61,08
Peróxido de hierro. . .	2,64
Agua.	8,56

Este fosfato se encuentra en glóbulos compactos de color verde de puerro, en minerales de hierro, de manganeso, en Sayn á orillas del Rhin.

El fosfato del Lemosin en masas pequeñas radiadas de color de aceituna algo traslucientes, muy fusible aun á la llama de una bujía, ha dado á Dufresnoy por el análisis el resultado siguiente :

Acido fosfórico. . . .	24,8
Protóxido de hierro. . .	51,0
Agua.	15,0
Peróxido de manganeso.	9,0

Esta sustancia se encuentra en Anglar cerca de Limoges; acompaña á la hureaulita y á la heterosita, y va acompañada de fosfato azul que parece proceder de su descomposicion.

3.° Fosfatos azules. *Chorlo azul*; *azul de Prusia nativo* etc. Estos fosfatos son sustancias de color azul mas ó menos intenso que pasa algunas veces al verdoso; unas veces son cristalinas y otras terrosas; sus cristales presentan una sola exfoliacion fácil, y se derivan de un prisma rectangular oblicuo; su peso específico es 2,66 ; son rayadas por la caliza.

Parece que hay tambien varias especies segun los análisis que conocemos y que vamos á trasladar.

Fosfato de Cornwall. Vivianita. Se presenta en cristales de color azul claro, transparentes ó traslucientes y de exfoliacion fácil. Stromeyer ha sacado de ella ;

Acido fosfórico. . . .	31,18
Protóxido de hierro. . .	41,23
Agua.	27,49

Esta variedad se presenta en cristales prismáticos oblicuos modificados de diferentes maneras.

Existe tambien en forma cilindroidea, en prismas acanalados en su longitud, cuyos vértices estan embotados.

Se encuentra en Cornwall acompañada de pirita, leberkisa, siderosa, etc.

Fosfato de Bodenmais. Se presenta en cristales pequeños de color azul oscuro fácilmente exfoliables. Vogel ha obtenido de ella por el análisis.

Acido fosfórico. . . .	26,4
Protóxido de hierro. . .	41,0
Agua.	31

Esta sustancia se encuentra en Baviera con el sulfuro Leberkisa; se presenta en pequeños cristales que tienen grande analogía con los de Cornwall.

Fosfato de Hillentrup. Es terroso y Brandes ha obtenido de él por el análisis :

Acido fosfórico.	30,320
Protósido de hierro. . .	43,775
Agua.	25,000
Alúmina.	0,700
Sílice.	0,025

Este fosfato se encuentra en estado terroso con restos vegetales sepultados en terrenos arcillosos en Hillentrup en el condado de Lippa.

Fosfato de Alleyras. Es terroso y forma riñones en una arcilla; Berthier ha encontrado en él por el análisis :

Acido fosfórico.	23,1
Protóxido de hierro. . . .	43,0
Protóxido de manganeso.	0,3
Agua.	32,4
Arcilla.	0,6

Este fosfato se encuentra tambien con restos vegetales en depósitos arcillosos de Alleyras en Francia.

Reuniendo todas las especies cuya existencia debe suponerse puede decirse que los fosfatos de hierro se encuentran en los terrenos de cristalizacion de las canteras de Hureaux cerca de Limoges en Francia, Bodenmais en Baviera, Kongsberg en Noruega y Groenlandia, en los criaderos metalíferos de Cornwall con minerales de cobre y de estaño, en minerales de manganeso en Anglar, Sayn y Amberg en capas de calizas secundarias en Eckartsberg en depósitos de materias arcillosas que contienen restos de plantas en Alleyras de Francia, Hillentrup del Condado de Lippa en Alemania, Sulz en Wurtemberg, Spandau en Prusia y Nueva Jersey; en depósitos de hierro limonoso en la turba misma y en los productos de algunas hornagueras abrasadas. Estos fosfatos forman nidos en dichos depósitos, llenan las hendiduras y las cavidades de los restos vegetales y cubren y llenan las conchas encerradas en las capas donde se encuentran.

FOSFATOS CUPROSOS.

VIII ESPECIE. — AFERESA.

(*Cobre fosfatado de Libethen*).

Es una sustancia de color verde oscuro cristalina que forma octaedros de base rectangular, cuyos ángulos en la base comun son de 95°15′ y 121°15′; su peso específico es de 3, 6 á 3, 8; raya la caliza; da agua por la calcinacion; se reduce á un fuego vivo y da granos de cobre por la fusion con la sosa ; es atacable por el ácido nítrico y su disolucion da cobre sobre una barra de hierro.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Cu^4 P^5 Aq^2$ segun el análisis de Berthier que ha dado los resultados siguientes :

Acido fosfórico.	28,7
Oxido de cobre.	63,9
Agua.	7,4

Aferesa cristalizada. Se presenta en cristales pequeños octaédricos modificados de diferentes maneras sobre los ángulos.

Aferesa fibrosa. Se presenta en fibras muy cortas, divergentes que presentan las caras de los octaedros en sus extremidades.

Aferesa compacta. Se encuentra en nidos pequeños en el cuarzo.

Hasta ahora, no se pueden citar con alguna certidumbre mas que las minas de cobre de Libethen en Hungria, como depósitos de la aferesa; esta sustancia se encuentra en ellas en cristales pequeños en el cuarzo y el micasquisto con la chalkopirita y el protóxido de cobre.

Apendice. Si se ha de dar crédito á los análisis de Klaproth y de Dumesnil, existiria un fosfato anhidro en masas pequeñas mamelonadas de la misma fórmula que el anterior; estos análisis son los siguientes:

Fosfato de Rheinbreitbach, por Klaproth.

Acido fosfórico.	30,95
Oxido de cobre.	68,13

Fosfato de Libethen, por Dumesnil.

Acido fosfórico.	9,45
Oxido de cobre.	20,51

donde se ve por consiguiente la fórmula $Cu^4\ P^5$ como en el fosfato aferesa, pero sin agua. Sin embargo, Beudant ha observado que en muchos fragmentos compactos, mamelonados que ha podido ensayar de las localidades citadas, ha obtenido siempre agua por la calcinacion.

IX ESPECIE.—IPOLEIMA.

(*Cobre fosfatado de Rheinbreitbach, Pseudomalaquita*).

Es una sustancia verde que cristaliza en prismas oblícuos romboidales de cerca de 141° 39°; su peso específico es 4, 2; raya la fluorina; da agua por la calcinacion y presenta por lo demás todos los caracteres químicos de la aferesa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu\ P + Aq$, segun el análisis de Lunn, confirmada por Arfwedson que ha dado los resultados siguientes:

Acido fosfórico. . . .	21,687
Oxido de cobre. . . .	62,847
Agua.	15,454

Ipoleima cristalizada. Se presenta en prismas rectangulares modificados en las aristas y en los ángulos ó en prismas exágonos estriados en su longitud.

Ipoleima cilindroidea. Presenta los mismos cristales exágonos ú octógonos muy acanalados en su longitud.

Ipoleima fibrosa. Se compone de fibras divergentes ó entrelazadas cuyas extremidades son cristalinas; seria muy posible que esta variedad perteneciera á la especie anterior.

Ipoleima terrosa. Es difícil á no hacer un análisis saber si esta variedad que se encuentra con las anteriores pertenece á esta especie ó á otra.

La ipoleima que tanto por su composicion como por su cristalizacion debe constituir una especie particular y por consiguiente exigir un nombre distinto, se encuentra en Virneberg cerca de Rheintbreitbach en las provincias prusianas del Rhin implantada en el cuarzo en filones que atraviesan los depósitos de grawaca.

Apendice. Se deben agregar á esta especie algunas materias compactas concrecionadas de Liberthen y de Rheintbreitbrach de color verde azulado que contienen menos agua que las variedades cristalinas. Berthier ha obtenido de la de Libethen:

Acido fosfórico.	22,80
Oxido de cobre.	61,23
Agua.	8,32
Carbonato malaquita. . .	4,75
Ocre.	1,87

donde hay la mitad menos de agua que en la especie anterior. No puede decirse á punto fijo si esta es una especie que tendria por fórmula $Cu^2\ P^2\ Aq$ ó es una mezcla de ipoleima $Cu\ P\ Aq$ con un fosfato anhidro del mismo órden $Cu\ P$.

Tambien se podria considerar esta materia como un fosfato aferesa $Cu^4\ P^5\ Aq^2$ con hidrato de cobre $Cu\ Aq$; pero como no es probable que esta última materia se halla en estado libre, seria preciso considerarla como combinada y en este caso seria tambien una especie particular.

FOSFATOS DE URANO.

X ESPECIE.—URANITA.

(*Urano oxidado, Uranato de cal*).

Es una sustancia amarilla que cristaliza en prismas de bases cuadradas; su peso específico es 3,12; es rayada por la caliza, da agua por la calcinacion, es fusible al soplete y atacable por el ácido nítrico; su disolucion da por el amoniaco un precipitado que redisuelto por un ácido vuelve á precipitar en rojo por el hidrocianato ferruginoso de potasa; su disolucion amoniacal blanca, precipita por el ácido oxálico.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ U^2\ P^5\ Aq^8$, segun el análisis de la uranita de Autun por Berzelius que ha dado los resultados siguientes:

Acido fosfórico.	14,63
Oxido de urano.	59,37
Cal.	5,66
Magnesia y óxido de manganeso. .	0,19
Sílice	2,75
Barita.	1,51
Agua.	14,90
Indicios de ácido fluórico y amoniaco.	

Uranita cristalizada. Se presenta en láminas cuadradas simples ó modificadas por biseles en las aristas laterales.

Uranita laminar. Se compone de láminas rectangulares entremezcladas ó divergentes en forma de abanico.

Uranita terrosa. Procede de la desagregacion de la variedad laminar y se observa algunas veces en ella tambien el tejido laminoso.

La uranita se encuentra en nidos pequeños en las pegmatitas ó en materias arcillosas que proceden de su descomposicion. Se la ha indicado en los granitos de Chessy cerca de Lyon, en Baviera y en Baltimore.

XI ESPECIE.—CHALKOLITA.

(*Urano oxidado, Uranita*).

Es una sustancia verde que cristaliza en prismas de base cuadrada, cuya altura es al lado poco mas ó menos como 16 á 5; su peso específico es 3, 33; es rayada por la caliza; da agua por la calcinacion; es fusible al soplete; da glóbulos de cobre por la fusion con el carbonato de sosa; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion da indicios de cobre sobre una lámina de hierro, y por el amoniaco un precipitado que presenta los caracteres de la especie anterior; su disolucion amoniacal es azul.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Cu\ U^3\ P^5\ Aq^8$, segun el análisis de la chalkolita de Cornwall por Berzelius y Phillips que ha dado el resultado siguiente:

Análisis de Berzelius.

Acido fosfórico.	15,56
Oxido de urano. . . .	60,25
Oxido de cobre. . . .	8,44
Agua.	15,05
Ganga.	0,70

Análisis de Phillips.

Acido fosfórico.	16
Oxido de urano.	60
Oxido de cobre.	9
Agua.	14,5

Chalkolita cristalizada. Se presenta en primas cuadrados modificados de diferentes maneras, ó en octaedros simples ó modificados.

Chalkolila lameliforme. Se encuentra en láminas que no son sino cristales mal configurados en la superficie de diferentes gangas.

La chalkolita es por lo general una sustancia de filones que se cita en un gran número de lugares, principalmente en las minas de cobre y estaño de Cornwall, de Sajonia y de Bohemia, en los filones argentíferos ó cobaltíferos, y en depósitos ferríferos; tambien se encuentra diseminada en depósitos cristalinos con tantalita y esmeralda.

Fosfatos aluminosos. Estos fosfatos son sustancias pétreas ó terrosas; cuando se les trata por la sosa dejan un resíduo atacable por el ácido nítrico y que da despues por el amóniaco un precipitado gelatinoso atacable por la solucion de sosa caústica.

XII ESPECIE.—WAWELLITA.

(*Hidrato de alúmina, Hidrargilita, Alúmina fosfatada, Devonita, Lasionita*).

Es una sustancia blanca ó verdosa, que cristaliza en prismas rectos romboidales de 122° 15′ y 57° 45′; exfoliables paralelamente á sus planos y cuya altura es á la diagonal mayor como los números 11 y 15, su peso específico es 2,33; raya la caliza y es rayada por los feldspatos; da por la calcinacion una agua ácida que corroe el vidrio; se hincha sobre el carbon y se vuelve de color blanco de nieve; es atacable por los ácidos.

Su composicion segun el análisis de Berzelius expresado por la teoría del fluor, es el siguiente:

Acido fosfórico.	33,40
Alúmina.	32,14
Agua.	26,80
Cal.	0,50
Oxido de hierro y de manganeso.	1,25
Fluor.	3,56
Aluminio.	1,71

El análisis directo de Berzelius y la composicion teórica anterior referida á la teoría del ácido fluórico concuerdan bastante como puede observarse fácilmente.

Análisis directo.

Acido fosfórico.	33,40
Alúmina.	35,35
Agua.	26,80
Cal.	0,50
Oxido de hierro y de manganeso.	1,25
Acido fluórico.	2,06

Composicion teórica.

Acido fosfórico. . . .	34,35
Alúmina.	37,08
Agua.	25,98
Acido fluórico.	2,58

Wawelita cristalizada. Se presenta en prismas pequeños terminados por vértices hiedros.

Wawelita mamelonada. Se encuentra en mamelones de fibras radiadas cuyas extremidades son cristalinas.

La wawelita descubierta por Wawel se encuentra en las hendiduras de los esquistos arcillosos en Inglaterra, Escocia é Irlanda; en las dolomias de Groenlandia, en depósitos arenáceos, en Bohemia, en las minas de estaño ó en su inmediacion en Cornwall, en el hierro hematites en el Alto Palatinado y en las minas de Huelgayoc en Méjico, donde va acompañada de cobre gris.

Esta sustancia es la primera en que se ha reconocido el error tan fácil que podrá cometerse tomando fosfato de alúmina por alúmina pura. Fuch ha sido el primero en rectificar esta ilusion de análisis que habia engañado á los químicos mas acreditados; Berzelius volviendo á examinar la wawelita encontró en ella el ácido fluórico, y que habia escapado á la observacion de Fuchs.

XIII ESPECIE.—KLAPROTHINA.

(*Klaprothita, Lazulita, Azurita, Voraulita, Siderita, Feldspato azul*).

Es una sustancia azul que se presenta en prismas rectangulares ó cuadrados con una apariencia de exfoliacion en las aristas laterales; su peso específico es 3,024; raya el apatito y es rayada por el cuarzo; da agua por la calcinacion y pierde su color; es infusible al carbon pero se hincha y toma un aspecto vítreo y globuloso.

Su composicion es difícil de establecer en proporciones segun los análisis existentes que dan por resultado los que van á continuacion.

Análisis de Brandes.

Acido fosfórico. . . .	43,32
Alúmina.	34,50
Magnesia.	13,56
Cal.	0,48
Oxido de hierro. . . .	0,80
Sílice.	6,50
Agua.	0,50

Análisis de Fuchs.

Acido fosfórico. . . .	41,81
Alúmina.	35,73
Magnesia.	9,34
Oxido de hierro. . . .	2,64
Sílice.	2,10
Agua.	6,06

Segun parece es un fosfato doble de alúmina y de magnesia que podria referirse á la fórmula $Ma^3\ P^4$.

Klaprothina cristalizada. Se presenta en cristales rectangulares que no terminan en punta.

Klaprothina amorfa. Se presenta en masas pequeñas de color azul mas ó menos intenso.

Con este nombre se conocen materias de diferentes lugares y quizá no son todas de la misma especie. Se encuentra en las hendiduras de los esquistos arcillosos en Salzburgo, en los micasquistos y rocas de cuarzo subordinadas en varios puntos de Austria, y en el granito en Salzburgo con m libdenita, pirita, chalkopirita, etc.

Apéndice. Aquí pueden reunirse varios otros fosfatos aluminosos mal conocidos que formaran quizá algunas especies particulares.

Turquesa. (*Calaita*, *Agaphita*, *Johnita*). Es una sustancia de un color azul claro ó verdoso, compacta ó térrea que raya el apatito, y aun el vidrio, y es rayada por el cuarzo; su peso específico es de 2,86 á 3,60: da un poco de agua, y decrepita por calcinacion dejando una materia negra; es infusible é inatacable por los ácidos: da las reacciones del ácido fosfórico, de la alúmina, de la cal, del cobre y del hierro.

Se asegura que esta sustancia llena hendiduras ó forma riñones en materias silíceas y arcillo-ferruginosas en Nichabour en el Korassan en Persia. Esta es la que se designa en el comercio con el nombre de *turquesa de roca antigua*. Se la talla en cabujon para adornos de collares, etc., produce sobre todo muy buen efecto con cerquillos de rubíes y diamantes: se sostiene siempre á precios muy elevados que varian segun la belleza de su tinta: una turquesa ovalada de 5 líneas sobre 5 y media, de color azul claro con una ligera tinta verdosa ha sido vendida en cerca de 2,000 reales en venta pública.

Se da tambien el nombre de turquesa, y sobre todo de *turquesa de nueva roca*, á dientes de mamíferos coloreados, segun dicen por el fosfato de hierro, que han sido hallados en Francia, en el departamento del Gers y en otras muchas comarcas. Estos son atacables por los ácidos y despiden al fuego un olor animal; son mucho menos duros que la *turquesa de roca antigua* que es una materia *sui generis*, y de color mas pálido, mas suave y son asimismo mucho menos estimados.

Kakoxen. Es una sustancia amarilla, blanda, que cristaliza en agujas formando masas pequeñas fibrosas, de fibras divergentes en la cual Steinmann ha hallado:

Acido fosfórico.	17,86
Alúmina.	10,01
Sílice.	8,90
Peróxido de hierro. . .	36,82
Cal.	0,15
Agua y ácido fluórico. .	25,95

Es difícil disponer estos elementos de modo que pueda deducirse una fórmula para esta sustancia. Despreciando la cal y el ácido fluórico se podrá formar con corta diferencia $\dot{A}\ Si + 2\ F\ P + 5\ Aq$, fórmula mineralógica bastante sencilla pero que produce una fórmula química mucho mas complicada que todas las que conocemos. Quizá se sacaria con mas verosimilitud $\dot{A}\ P^5 + Aq$ mezclado con $\dot{A}\ Si^2 + 3\ Aq$ y con hidrato de hierro ocráceo aluminoso $(F, \dot{A})^2\ Aq$ que seria la materia colorante.

Esta sustancia se encuentra en las hendiduras de un mineral de hierro arcilloso en unas minas de Bohemia.

Childrenita. Es una sustancia amarillenta ó parduzca que cristaliza en un octaedro romboidal cuyos ángulos son de 130° 20′, 102° 30′ y 97° 50′; raya la fluorina; y se compone segun los ensayos de Wollaston de ácido fosfórico, alúmina, y óxido de hierro.

Se encuentra en masas pequeñas cristalinas con pirita, siderosa, cuarzo y apatito, en algunos puntos de Inglaterra.

Fosfato de alúmina de la isla de Borbon. Es una sustancia terrosa, blanca, en la cual ha encontrado Vauquelin.

Acido fosfórico. . . .	30,37
Alúmina.	46,67
Amoniaco.	3,13
Agua y materias animales.	19,73

lo cual haciendo abstraccion del amoniaco podria indicar un fosfato de la fórmula $A^6\ P^5$.

Esta materia ha sido encontrada en la Isla de Francia por Debassyns y existe allí en una caverna volcánica.

XIV ESPECIE.—AMBLIGONITA.

Es una sustancia vítrea verde, que cristaliza en un prisma romboidal recto de 106° 10′ y 73° 50′; su peso específico es de 2,9 á 3: raya el apatito y es rayada por el cuarzo; da por la calcinacion á un buen fuego un poco de agua ácida que corroe el vidrio; es fusible sobre el carbon dando un vidrio claro que se vuelve opaco por el enfriamiento; cuando se la trata con la sosa sobre una hoja de platino da la reaccion de la litina.

Se compone segun Berzelius de fosfato de litina y de alúmina.

La ambligonita no se ha encontrado hasta ahora mas que en Sajonia y Noruega en cristales pequeños ó en masas pequeñas cristalinas diseminadas en granitos con turmalina, topacio, granate y piroxena; es un mineral raro todavía en las colecciones.

FAMILIA DE LOS ARSENIDOS.

Esta familia comprende cuerpos sólidos que desprende vapores blancos de olor de ajo, ya por la simple tostacion, ya por el tratamiento al fuego con una mezcla de polvo de carbon.

Los cuerpos que se reunen en esta familia son: unos metaloideos y otros pétreos. Los primeros son: el arsénico ó los arseniuros en que este cuerpo hace inmediatamente el papel de elemento electro-negativo; los otros son combinaciones de los ácidos arsénico y arsenioso con diferentes bases.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—ARSÉNICO.

(*Arsénico nativo*).

El arsénico es una sustancia de brillo metálico en la fractura reciente, y que se ennegrece pronto al aire; su peso específico es 8,308 en estado de pureza y disminuye hasta 5,73 por efecto de las mezclas ó de la estructura; es casi enteramente volátil en estado metálico en el tubo cerrado y en el estado de óxido en el tubo abierto ó sobre el carbon.

Es uno de los cuerpos simples de la química, pero frecuentemente se halla mezclado con antimonio, cobalto y plata; probablemente en estado de arseniuros y algunas veces de sulfuros.

Arsénico bacilar. Se presenta en barritas prismáticas rectangulares simples ó reunidas en hacecillos divergentes.

Arsénico testáceo. Se presenta en masas de superficie mamelonada compuestas de capas paralelas curvas.

Arsénico granular. Se compone de granos mas ó menos finos.

El arsénico es una sustancia bastante comun aunque poco abundante; se encuentra en los criaderos metalíferos principalmente en los de argyrosa; algunas veces en los de kasiterita, mas rara vez en los de galena y en general en los mismos depósitos que los minerales arseníferos de cobalto, níquel, etc. En España se encuentra en Guadalcanal, en Francia, en el Delfinado, y además existe en diferentes puntos de Suabia, Noruega, Banato, Transilvania, Siberia, Chile y América septentrional.

Es una materia casi inútil y asi es desechada de los trabajos metalúrgicos en que es nociva y de los usos domésticos en que es peligrosa; sin embargo, tiene algun uso en la fabricacion de ligas metálicas destinadas para instrumentos ópticos, y es un veneno á propósito para matar algunos insectos bastante molestos al hombre.

II GÉNERO.—ARSENIURO.

Este género comprende sustancias metaloideas, que dan inmediatamente por la tostacion un humo blanco de color de ajo sin apariencia de olor sulfuroso; son en parte volátiles ya sea al abrigo del aire, ya en contacto con él; pero dejan siempre un resíduo sensible ó dan una materia volátil distinta del óxido de arsénico.

Son atacables por el ácido nítrico y su disolucion da por los reactivos indicios de diferentes bases.

Poco hay que decir acerca de los cuerpos de este género que hasta ahora son en muy corto número. Solo uno se presenta cristalizado y pertenece al sistema cúbico; todos los demás se conocen hasta ahora en masa. Todos tienen lustre metálico muy distinto en la fractura reciente, pero se empañan mas ó menos al aire.

En cuanto á su composicion no hay mas que dos clases de combinaciones muy distintas: $\dot{A}\,Ar$, $\dot{R}\,Ar^2$, representando R un cuerpo electro-positivo; pero tambien se pueden suponer combinaciones como $R^2\,Ar^3$, y quizá $R\,Ar$, $R^2\,Ar^3$. Los Arséniuros son todos sustancias de filones y pertenecen particularmente á los depósitos argentíferos y cuprosos en medio de los cuales forman nidos ó masas.

PRIMERA ESPECIE.—ARSENIURO DE PLATA.

(*Plata arseniada*).

Es una materia metaloidea de color blanco de plata y frágil; su peso específico es 8,11; se reduce al soplete en un boton de plata acompañada de materia escoriácea magnética; es atacable por el ácido nítrico formando precipitadamente un precipitado rojo parduzco si el líquido no es demasiado ácido; la disolucion da por el ácido hidroclórico un precipitado soluble por el amoniaco; y por el hidrocianato ferruginoso de potasa un precipitado azul.

Es indudable que hay en esta especie arsénico, plata y hierro, pero es imposible decir en qué proporciones; tampoco se sabe á punto fijo si se refiere á esta sustancia un análisis de Klaproth que ha dado los resultados siguientes:

Arsénico.	35,00
Antimonio.	4,00
Hierro.	44,25
Plata.	12,75

Todas estas materias poco conocidas proceden del condado de Harz en las cercanías de Andreasberg.

II ESPECIE.—ARSENIURO DE ANTIMONIO.

(*Antimonio arsenifero*).

Es una sustancia metaloidea, de color gris de acero; su peso específico es 6,10; da por la tostacion un vapor blanco volátil, y no deja resíduo alguno; es atacable por el ácido nítrico con precipitado blanco inmediato, soluble en el ácido hidroclórico, del cual se separa por el agua.

Su composicion es desconocida en cuanto á las proporciones. Solamente se halla que la materia está formada de arsénico y de antimonio, cuyas cantidades varian por efecto de la mezcla del arsénico.

No se conoce esta sustancia sino en masas testáceas que en la fractura dejan ver capas curvilíneas mas ó menos distintas, ya uniformes, ya con realces en puntos mas ó menos aproximados. No se le ha encontrado aun mas que en corto número de localidades, cuales son; el Delfinado y Bretaña, en Francia y Andreasberg en el condado de Harz, donde acompaña al arsénico testáceo.

III ESPECIE.—ARSENIURO DE BISMUTO.

(*Bismuto arseniado*).

Es una sustancia brillante no metaloidea, parda ó amarillenta.

Está compuesta de arsénico y bismuto, cuyas proporciones aun no estan bien determinadas.

Es fusible al soplete en una materia vítrea.

Beudant dice no conocer esta sustancia mas que por citarla Berzelius y Breithaup. Se ha indicado como procedente de las minas de Nougluck y Adam-Heber en Schneberg.

IV ESPECIE.—ESMALTINA.

(*Cobalto arsenical*).

Es una sustancia metaloidea, de un color gris de acero, en la fractura reciente, que se ennegrece prontamente al aire. Cristaliza en el sistema cúbico, su peso específico es 6,35; da sobre el carbon, despues del desprendimiento del vapor arsenical, un glóbulo metálico blanco, quebradizo, que al fuego de oxidacion comunica al vidrio del bórax un color azul muy intenso: es atacable por los ácidos; su disolucion rosada precipita en azul violáceo por los álcalis, y en verdoso por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Co\,Ar^2$, pero frecuentemente mezclada con arsénico, arseniuro de hierro, mispikel, etc.

Smaltina fibrosa de Schneeberg por John.

Arsénico.	65,75
Cobalto	28,00
Oxido de hierro y de manganeso	6,25

Los otros análisis que poseemos no son desgraciadamente tan claros, y es muy fácil equivocarse en las cuestiones que se pueden suscitar para apreciarlos. Estos análisis son:

Arseniuro de cobalto de Riegelsdorf por Stromeyer.

Arsénico.	74,22
Cobalto	20,31
Hierro.	3,42
Cobre.	0,16
Azufre.	0,89

$(\dot{Co}, \dot{F})\,Ar^2 + (\dot{Co}, \dot{F})\,Ar^3$ mezclada con mispikel y cobaltina.

Arseniuro de cobalto de Bieber, variedad gris por Laugier.

Arsénico.	50,0
Cobalto.	12,7
Hierro.	12,5
Sílice	25
Azufre, indicios.	

$Co\ Ar^2+F\ Ar$, ó bien $Co\ Ar+F\ Ar^2$ ó tambien $(Co, F)^2\ Ar^3$.

Variedad blanca.

Arsénico.	68,5
Cobalto.	9,6
Hierro.	9,7
Azufre.	7,0
Sílice.	1

$Co\ Ar^2+F\ Ar^2$ con oropimente y arsénico.

Si no hay error alguno en estos análisis, se ve que se pueden todos reunir bajo el tipo $Co\ Ar^2$; pero en la primera es preciso admitir un triarseniuro, y en la segunda una mezcla de monoarseniuro de hierro; en la tercera una mezcla de biarseniuro de hierro con oropimente y una corta cantidad de arsénico. Tambien se descubre asi la existencia de un trisulfuro de cobalto.

Pero tambien se puede interpretar el segundo análisis de otras dos maneras; una que da el indicio de un arséniuro simple de cobalto $Co\ Ar$, la otra de un arséniuro mas complicado $Co^2\ Ar^3$, considerando el hierro como isomorfo del cobalto.

Solo las investigaciones futuras pueden ilustrarnos definitivamente sobre estos puntos.

Debemos observar que Berzelius ha admitido dos arseniuros de cobalto á saber: $Co\ Ar$ y $Co\ Ar^3$, pero se ignora si es por análisis distinto de las anteriores.

Esmaltina cristalizada. Cristaliza en cubos, cubo-octaedros y octaedros.

Esmaltina dendrítica. Se halla en masa compuesta de cristalitos que forman una especie de rosarios pegados paralelamente con otros que les cruzan en ángulos rectos.

Esmaltina fibrosa. Forma una materia mamelonada ó globular de testura fibrosa radiada.

Esmaltina mamelonada. Se presenta en masas mamelonadas en la superficie en cuyo interior se advierte con frecuencia indicios de capas de diferente aspecto; es la variedad que se halla mas mezcada con materias extrañas.

Esmaltina amorfa. Se presenta en masas compactas ó finamente granulares.

La esmaltina es tambien una sustancia de los criaderos metalíferos y principalmente de los criaderos de argyrosa, de chalkopirita, pero rara vez de galena. Nunca se encuentra en las minas de hierro; abunda principalmente en los depósitos cristalinos llamados primitivos como en el Delfinado, en el valle de Luchon en los Pirineos franceses, en el de Gistan en los Pirineos españoles, en Suabia, Bohemia, Sajonia, Hungría, Banato y Noruega; en algunos de los que se llaman intermediarios en Francia y en el condado de Harz. Algunas veces se encuentra en los terrenos secundarios, particularmente en los esquistos cupro-sos, segun se observa en varias localidades en Hesse, Hanau y Turingia.

Esta materia se usa como la cobaltina para fabricar el óxido de cobalto, con que se coloran los esmaltes de los vidrios azules.

V ESPECIE.—NIQUELINA.

(Niquel arsenical).

Es una sustancia metaloidea rojiza que se empaña lentamente al aire; su peso específico es de 6,6 á 7,65, da sobre el carbon despues del desprendimiento del humo arsenical un glóbulo metálico blanco y quebradizo; el residuo de la tostacion comunica al vidrio del bórax un color amarillo rojizo en caliente que se vuelve casi incoloro en frio; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion es verde, toma un color azul violado por la adicion del amoniaco y da un precipitado verde por la potasa y la sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ni\ Ar$ y suele hallarse mezclada con diferentes materias.

Análisis de Berthier.

Arsénico.	48,80
Antimonio	8,00
Niquel.	39,94
Cobalto.	0,16
Azufre.	2,00
Hierro y manganeso indicios.	

Análisis de Stromeyer.

Arsénico.	54,726
Niquel.	42,206
Hierro.	0,337
Plomo.	0,320
Azufre.	0,401

Estos análisis presentan claramente la fórmula indicada reemplazando al arsénico, el antimonio, y mezclada con sulfuro de antimonio, sulfuro de plomo etc., pero existen otros análisis donde las mezclas son mas complicadas, á saber:

Niquel arsenical de Riegelsdorf por Pfaff.

Arsénico.	46,42
Niquel.	48,90
Hierro.	0,34
Plomo.	0,56
Azufre.	0,80

donde se ve por consiguiente $Ni\ Ar+Ni^2\ Ar$, ó $Ni^3\ Ar^2$ mezclado $Ni\ Su+Ni\ Ar$, ó quizá con disomosa y Mispikel $(Ni, F)\ Su^2+(Ni, Fe)\ Ar^2$.

Análisis de Stromeyer.

Arsénico.	56,20
Niquel.	16,29
Cobalto y manganeso. .	4,25
Hierro	11,12
Cobre	0,74
Plomo	0,53
Azufre	10,71
Antimonio, indicios.	

lo que da la fórmula NAr^2+NAr, ó $N^2\ Ar^3$ mezclado con mispikel, cobaltina y disomosa $(Fe, Co, Ni)\ Su^2+(Fe, Co, Ni)\ Ar^2$.

Estos análisis parecen indicar arseniuros de niquel particulares, el uno $Ni^2\ Ar^2$ que es la parte mas escasa en la mezcla; el otro $Ni\ Ar^2$, que es por el contrario la parte dominante: esto nos conduce á la probabilidad de la existencia de tres especies distintas que serian susceptibles de mezclarse en todas proporciones; pero como existen aquí en proporciones definidas seria posible tambien que diesen otros géneros de compuestos, tales como $Ni^3\ Ar^2$ para el primer análisis y $Ni^2\ Ar^3$ para el segundo.

Berzelius ha admitido ya dos especies de arseniuros de niquel $Ni\ Ar$, $Ni\ Ar^2$, pero ignoramos si es por análisis distinto del que hemos presentado.

No se conocen estas materias sino en masas compactas, sin embargo una de ellas ha sido indicada ya en prismas romboidales. Otras han sido indicadas en cubos, pero es muy posible que estos cubos pertenezcan á la especie antimoniquel.

La niquelina asi como los arseniuros de niquel, cuya existencia hemos reconocido, se encuentra con la esmaltina y poco mas ó menos en todos los lugares en que hemos indicado esta sustancia; está como aquella acompañada de diferentes arseniatos y principalmente de los arseniatos y arsenitos de niquel que proceden de su descomposicion y cubren muchas veces la su-

perficie de un barniz pulverulento, verdoso ó negruzco.

Esta materia no se usa sino en los laboratorios para preparar los óxidos y sales de niquel.

III GÉNERO.—ARSENOXIDO.

ESPECIE UNICA.—ÁCIDO ARSENIOSO.

(*Arsénico oxidado*, *Arsénico blanco*).

Es una sustancia blanda, blanca y que cristaliza en octaedros regulares; su peso específico es 3,71; es ligeramente soluble en el agua y su disolucion da un precipitado rojo por el nitrato de plata, se volatiliza en el tubo sin fundirse y sin dejar resíduo; da olor de ajos cuando se calienta con un poco de polvo de carbon ó solamente al fuego de reduccion.

Su composicion en peso es la siguiente:

Arsénico. . . .	75,81
Oxígeno. . . .	24,19

Esta sustancia rara vez cristalizada en la naturaleza, se presenta en octaedros regulares simples ó modificados ó en una especie de tetaedros cuyas caras se hallan ensanchadas de una manera irregular; por lo general se encuentra en masas pequeñas compactas en depósitos pulverulentos.

Segun parece es comunmente un producto del arte en el interior de las minas y procede en ellas de las tostaciones que se han practicado algunas veces en dichas minas ó de incendios naturales. Siempre parece ser de formacion moderna y no se encuentra mezclada con otras sustancias sino únicamente en su superficie. Se la cita siempre en las minas donde se encuentran los diferentes arseniuros de que hemos hablado, como en el valle de Gistan en los Pirineos, en el condado de Harz en Bohemia, Hanau y Transilvania. Se la ha indicado igualmente en las solfataras y en los antiguos cráteres como en las islas de Vulcano y Guadalupe.

IV GÉNERO.— ARSENIATO.

Este género comprende cuerpos sólidos nometálicos que dan un fuerte olor de ajo cuando se calientan con polvo de carbon. Estos cuerpos dan por la fusion con el carbonato de sosa una sal soluble en agua, cuya disolucion despojada de ácido carbónico da un precipitado blanco por el nitrato de plomo, y rojo ó parduzco por el nitrato de plata. El precipitado de plomo se reduce al soplete por el carbon desprendiendo olor de ajo.

Los arseniatos se hallan algunas veces mezclados con fosfato; en este caso el precipitado de plomo no se reduce mas que en parte y queda otra porcion que se funde y produce un glóbulo de facetas. Algunas veces contienen tambien cloruros y entonces presentan las reacciones de estos cuerpos cuando se funden con la mezcla de fosfato amoniacal y de óxido de cobre.

Los arseniatos cristalizados que se conocen hasta ahora se refieren á los sistemas cúbicos romboédricos prismáticos rectangulares rectos y prismáticos rectangulares oblícuos; no se conocen en prismas cuadrados; solo hay un ejemplo del primer sistema y tres del segundo, el mayor número de las especies se refiere al sistema prismático recto, y solo hay dos del sistema prismático oblícuo, los cristales son generalmente pequeños.

Casi todas las especies son coloreadas; la mayor parte de sus colores son fijos y estan en relacion con la naturaleza de las bases. Las especies que serian naturalmente blancas, suelen hallarse accidentalmente coloreadas.

Bajo el aspecto de la composicion hay arseniatos cuya base contiene un átomo de oxígeno y que presentan las combinaciones $r\ Ar$, $r\ Ar^2$, $r^2\ Ar^5$, $r^3\ Ar^5$; tambien se puede suponer que existen las combinaciones $r\ Ar^3$, $r^2\ Ar^3$, $r\ Ar^5$. Otros contienen bases de tres átomos de oxígeno y presentan las combinaciones $R^3\ P^5$, $R^3\ P^{10}$; y se puede tambien suponer que existe la combinacion $R\ P^3$.

La mayor parte de las especies son hidratadas. Hay pocas sales dobles que resultan todas de la reunion de los arseniatos del mismo cuerpo de diferentes grados de oxidacion. Solo se conoce una especie en que un arseniato se halla combinado con un cloruro.

Los arseniatos tienen grandes relaciones con los fosfatos, tanto por la composicion como por todos los caracteres exteriores.

Estas materias se encuentran todas en los criaderos metalíferos y pertenecen por lo general á los depósitos que contienen arseniuros; solo en algunos casos y aun muy raros se les ha observado en otras partes en depósitos de hidróxido de hierro.

PRIMERA ESPECIE.—FARMACOLITA.

(*Cal arseniatada*).

Es una sustancia blanca ó accidentalmente de color de rosa; cristaliza en el sistema romboédrico; su peso específico es 2, 64; raya la fluorina; da agua por la calcinacion; es fusible dando un esmalte blanco y es atacable por el ácido nítrico; su disolucion da por el oxalato de amoniaco un precipitado blanco abundante que no colorea el bórax cuando la piedra es blanca y le da color azul, cuando es de color de rosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca^2\ Ar^5\ Aq^6 = Ca^2\ Ar^5 + 3\ Aq$, y el análisis hecho por Klaproth ha dado el resultado siguiente:

Acido arsénico.	50,54
Cal.	25,00
Agua. . . .	24,46

Farmacolita cristalizada. Se presenta en prismas exágonos terminados por facetas anulares, ó en dodecaedros escalenos muy prolongados.

Farmacolita acicular. Se presenta en cristales pequeños sumamente delgados y muy prolongados agrupados de diferentes maneras.

La farmacolita es una sustancia de filones que se encuentra en los diferentes criaderos de arseniuros en Suabia, Hesse, condado de Harz, Sajonia y Bohemia. Llena las hendiduras ó cavidades de las gangas ó de las rocas inmediatas.

Apendice. *Rosalita.* Es una sustancia de color de rosa que forma prismas romboidales de 132°, 48′, raya el yeso y es soluble en el ácido hidroclórico.

Está formada segun Children de ácido arsénico, cal, magnesia, óxido de cobalto y agua.

Se encuentra en Sajonia con el arseniato de cobalto.

Cal arseniatada haydingerita. Esta sustancia se presenta cristalizada en dodecaedros escalenos, cuyas caras se hallan inclinadas 123° 35′, 133° 59′ y 75° 35′; su peso específico es 2,848.

Se halla formada segun Turner de lo siguiente:

Arseniato de cal $Ca^2\ Ar^5$.	85,681
Agua.	14,319

lo que equivale á la farmacolita con una mitad menos de agua.

Parece que esta materia procede de Riegelsdorf en Hesse.

II ESPECIE.—ARSENICITA.

(*Cal arseniatada*, *Farmacolita*, *Picrofarmacolita*).

Es una sustancia blanca ó accidentalmente rosada

que se presenta en polvo ó en glóbulos fibrosos y rara vez es acicular; su peso específico es 2,73; raya la fluorina; da agua por calcinacion, y presenta todos los caracteres químicos de la farmacolita.

Su composicion es la que expresa la fórmula $Ca\,Ar^2\,Aq^3 = Ca\,Ar^2 + 3\,Aq$, segun los análisis siguientes:

Arsenicita de Andreasberg, por John.

Acido arsénico. . . .	45,68
Cal.	27,28
Agua.	23,86

Picrofarmacolita de Riegelsdorf, por Stromeyer.

Acido arsénico. . . .	46,971
Cal.	24,646
Magnesia.	3,218
Oxido de cobalto. . .	0,998
Agua.	23,977

Se ve que falta un poco de agua en cada uno de estos análisis, lo cual parece indicar mezcla de un arseniato anhidro. El segundo análisis, presenta ademas una mezcla de arseniato de magnesia y arseniato de cobalto de la misma fórmula. La presencia de la primera de estas dos sales ha sugerido á Stromeyer el nombre de picrofarmacolita; pero Beudant ha preferido adoptar el de arsenizita para no agregar la idea de la especie á una materia accidental; el de picrofarmacolita, podrá usarse si se encuentra algun dia el arseniato de magnesia solo ó dominante.

Esta sustancia se encuentra solo en Andreasberg en el condado de Harz y en Riegelsdorf en Hesse; solo en esta localidad se halla mezclada con arseniato de magnesia.

III ESPECIE.—MIMETESA.

(*Plomo arseniatado, Plomo fosfatado arsenífero*).

Es una sustancia que cristaliza en prismas de base de exágono regular, cuya altura es á la apotema poco mas ó menos como 5 á 3, ó como 66 á 37, como en la piromorfita; su peso específico varia de 5, 6 á 6, 41; raya la caliza y es frágil; no da agua por la calcinacion; se funde difícilmente al soplete, y se reduce sobre el carbon; presenta la reaccion del cloro por la fusion con la mezcla de fosfato amoniacal y de óxido de cobre; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion precipita láminas de plomo sobre una barra de zinc.

Su composicion es la que expresa el siguiente análisis de Wohler;

Acido arsénico. . . .	21,20
Acido fosfórico. . . .	1,32
Oxido de plomo. . . .	67,89
Cloruro de plomo. . . .	9,60

Mimetesa cristalizada. Se presenta en prismas exaedros terminados por facetas anulares, ó en dodecaedros isósceles truncados en el vértice.

Mimetesa fibrosa. Se compone de fibras gruesas y paralelas.

Mimetesa mamelonada. Forma costras tuberculosas sobre otros cuerpos.

Esta sustancia se encuentra en los criaderos metalíferos cuprosos ó plumbíferos de varias localidades de Cornwall, Sajonia y Francia.

Apéndice. *Arseniato de plomo filamentoso y térreo.* Si ha de darse crédito al análisis de Bindheim, estos arseniatos filamentosos ó terrosos, presentan otra combinacion de arsénico y de óxido de plomo. Este químico ha encontrado en ejemplares de Brisgau lo siguiente:

Acido arsénico. . . .	25
Oxido de plomo. . . .	35
Agua.	10
Oxido de hierro. . . .	14
Sílice y alúmina. . . .	10
Plata.	1,15

Haciendo abstraccion del óxido de hierro y materias térreas, se tendria un arseniato de la fórmula $Pb\,Ar^3$ muy diferente de la anterior que es $Pb^3\,Ar^5$; y si se añade el agua, lo que podria ser bien cierto, porque los ejemplares que Beudant ha ensayado todos han dado agua por calcinacion, se tendria $Pb\,Ar^3 + 3\,Aq$, lo que haria evidentemente una especie particular. No es inútil repetir los análisis de estas materias, aun cuando no fuera mas que para buscar en ellas el cloro, cuya presencia es tambien un carácter.

Estos arseniatos terrosos y filamentosos se encuentran en venas muy pequeñas en el cuarzo, y acompañados de fluorina, galena, etc. Se les encuentra en Francia, en el departamento de Saona y Loira; en Brisgau, montañas negras, en Andalucía, Cornwall, y en Siberia.

IV ESPECIE.—ERYTHRINA.

(*Cobalto arseniatado*).

Es una sustancia de color rojo violáceo ó rosa, que cristaliza en prisma rectangular oblícuo, de una exfoliacion fácil, paralelamente á los planos del prisma; su peso específico es de 2,946 á 3,013; es rayado por la caliza; da agua por la calcinacion; es fusible al soplete, despues del desprendimiento del vapor arsenical, en un glóbulo metálico quebradizo, que da al vidrio del bórax un bello color azul al fuego de oxidacion; es atacable por el ácido nítrico. Su disolucion de color de rosa, da un precipitado violado por los álcalis, y verde por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Respecto á su composicion no se conocen mas que los análisis siguiente:

Erythrina de Allemont, por Laugier.

Acido arsénico.	40,0
Oxido de cobalto. . . .	20,5
Oxido de niquel. . . .	9,2
Oxido de hierro. . . .	6,1
Agua.	24,5

Erythrina de Riegelsdorf, por Bucholz.

Acido arsénico.	37
Oxido de cobalto. . . .	39
Agua.	22

Erythrina cristalizada. Se presenta en prismas pequeños rectangulares, simples ó ligeramente modificados en las aristas y en los ángulos.

Erythrina acicular. Presenta los mismos cristales muy pequeños ó embotados y en grupos divergentes.

Erithrina mamelonada. Es globular ó semiglobular y de estructura fibrosa radiada.

Erithrina laminiforme. Se presenta en láminas pequeñas circulares con estrías muy finas que parten del centro á la circunferencia y aplicadas sobre materias extrañas.

Erythrina terrosa. Forma un polvo de color de rosa en la superficie de diferentes sustancias.

Todas las variedades cristalinas son de un color de rosa oscuro ó violado á veces muy oscuro. Tambien suelen ser en parte violadas y en parte aceitunadas y con este último color parece que presentan un estado particular que mereceria ser examinado.

La erythrina se encuentra con los diferentes arseniuros y particularmente con los de cobalto.

V ESPECIE.—NIQUELOCRE.

(*Niquel oxidado, Niquel arseniatado*).

Es una sustancia verdosa, pulverulenta ó en ligeros filamentos agrupados, muy blanda y que se deja rayar fácilmente; da agua por la calcinacion; es fusible sobre el carbon con desprendimiento de vapor arsenical dando un glóbulo metaloideo quebradizo; el residuo de la tostacion da con el bórax un vidrio amarillo rojizo que palidece por enfriamiento; es atacable por el ácido nítrico; su disolucion se vuelve de color de violeta por el amoniaco, y da un precipitado verde por los álcalis fijos.

Su composicion segun el análisis del niquelocre de Allemont por Berthier es la siguiente:

Acido arsénico. .	36,8
Oxido de niquel. .	36,2
Oxido de cobalto. .	2,5
Agua.	24,5

Esta sustancia se encuentra siempre con la niquelina, ya en la superficie de esta materia, ya en las sustancias terrosas que la acompañan.

ARSENIATOS CUPROSOS.

VI ESPECIE.—ERINITA.

(*Cobre arseniatado romboédrico, Cobre micáceo*).

Es una sustancia de color verde esmeralda que cristaliza en el sistema romboédrico; su peso específico es 4,043; raya la caliza y es rayada difícilmente por la fluorina; da agua por la calcinacion; es fusible al soplete y se reduce á un glóbulo metálico blanco; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion da cobre en abundancia sobre una barra de hierro.

Su composicion se expresa por la fórmula $Cu^3\ Ar^3\ Aq = 3\ Cu\ Ar + Aq$, segun el análisis aproximativo de Tanner sobre un ejemplar de Limerik que ha dado los resultados siguientes:

Acido arsénico.	33,78
Oxido de cobre.	59,44
Agua.	5,01
Alúmina. . .	1,77

Erinita cristalizada. Se presenta en láminas exagonales que no son sino romboedros truncados muy profundamente y cuyas caras se hallan inclinadas entre sí 110°30′, y 69°30′.

Erinita laminosa. Se presenta en masas pequeñas formadas de láminas curvas mas ó menos concéntricas que no son mas que los cristales anteriores.

Esta sustancia pertenece á los depósitos metalíferos cuprosos, plumbíferos y arseniuríferos. Existe en varias comarcas, en las cuales tiene los mismos caracteres exteriores de color y cristalizacion, y principalmente en Cornwall y Hungría.

No se conoce mas análisis que el de la variedad de Limerik; pero todos los que se conocen presentan de tal manera los caracteres que aplica Haidinger al arseniato de aquella localidad, que apenas puede dudarse de que sea la misma especie á menos que haya varias en los mismos lugares, lo cual no es imposible.

APENDICE. Debe colocarse cerca de la sustancia anterior una materia que se cree procedente del Libethen en Hungría, y acerca de la cual no puede menos de haber dudas; ha sido designada con el nombre de eucroita por Haidinger que la da los caracteres siguientes:

Sustancia de color verde esmeralda que cristaliza en prisma recto romboidal de 117° 30′ y 62° 40′; su peso específico es 3,389, y su análisis por Turner ha dado el resultado siguiente:

Acido arsénico. . . .	33,02
Oxido de cobre. . . .	47,85
Agua.	18,80

Cuya composicion es bastante difícil de expresar por una fórmula. Seria muy posible que hubiera en dicha composicion un poco de ácido fosfórico, porque en algunos ejemplares de la misma localidad que ciertamente no presentan el mismo tinte de color ni exactamente la misma forma, asegura Beudant haber encontrado dicho ácido por los ensayos químicos y aun en bastante cantidad.

VII ESPECIE.—LIROCONITA.

(*Cobre arseniatado en octaedro obtuso*).

Es una sustancia azul, que cristaliza en octaedros rectangulares obtusos, cuyas caras estan inclinadas 60°40′ y 72° 22′ á una y otra parte de la base; su peso específico es 2,88; raya la caliza; da mucha agua por la calcinacion; se funde y reduce á granos metálicos blancos rodeados ó no de escorias; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion da láminas de cobre sobre una barra de hierro.

Es evidente que este es un arseniato hidratado, y quizá una combinacion de arseniato y de hidrato; pero no se le conoce sino por el análisis de Chenevix que aunque bastante regular, puede sin embargo dejar dudas por efecto de los errores que se observan en otros. Este análisis presenta los resultados siguientes:

Acido arsénico. . . .	14
Oxido de cobre.	49
Agua.	35

de donde se podria sacar la fórmula $Cu^2\ Ar\ Aq^6$.

Liroconita cristalizada. Se presenta en octaedros simples ó modificados sobre las aristas por caras simples, dobles ó triples, algunas veces sobre los ángulos sólidos.

Liroconita lenticular. Presenta los mismos cristales embotados, y entonces con superficie convexa.

Liroconita mamelonar. Forma grupos de cristales embotados bajo la forma de mamelones en la superficie de diferentes materias.

Esta sustancia se encuentra en las minas de cobre de Cornwall asociada con las especies siguientes, y acompañada de protóxido de cobre, de chalkopirita, de arseniato de hierro etc.

VIII ESPECIE.—OLIVENITA.

(*Cobre arseniatado prismático recto, Cobre arseniatado en octaedro agudo*).

Es una sustancia de color verde oscuro que cristaliza en un prisma romboidal recto de 110° 50′ y 69° 10′; su peso específico es 4,28; raya la fluorina; no da agua por la calcinacion, se funde al soplete dando una escoria vítrea que rodea un grano metálico blanco; da indicios de ácido fosfórico al mismo tiempo que de ácido arsénico.

Su composicion es una mezcla ó combinacion de arseniato y fosfato anhidros.

El análisis de Chenevix ha dado:

Acido arsénico. . . .	39,7
Oxido de cobre. . . .	60,0

de donde se podria sacar quizá la fórmula $Cu\ Ar$. ¿Será esta la composicion?

El ácido fosfórico al menos no está indicado en ella.

Klaproth ha sacado de una variedad acicular de Carharack:

Acido arsénico.	. .	45,00
Oxido de cobre.	. .	50,62
Agua.		3,50

lo que daria ó bien la fórmula $Cu^5\ Ar^5 + Aq$ ó bien la $Cu^2\ Ar^5$.

Olivenita cristalizada. Se presenta en pequeños prismas modificados sobre las aristas laterales agudas y sobre los ángulos sólidos.

Olivenita acicular. Se presenta en agujas pequeñas transparentes muy apretadas unas contra otras.

Olivenita mamelonada. Es de un color verde sombrío, y compuesta de fibras divergentes muy finas.

Se encuentra igualmente esta sustancia en las minas de Cornwall. Se la ha citado en otras muchas localidades como en el país de Berg, y en Chessy cerca de Lyon; pero ciertamente se han confundido bajo este nombre los fosfatos y carbonatos de cobre, arseniatos de hierro etc.

Apéndice. Se pueden reunir aquí ciertas variedades de arseniatos fibrosos, en los cuales no se ha reconocido agua por la calcinacion, y que presentan tambien incidios de ácido fosfórico; los unos contienen óxido de hierro, los otros estan privados de él.

Existe tambien una variedad terrosa anhidra que no contiene agua, ni da indicios de ácido fosfórico.

En esta especie es donde se deben colocar á continuacion los arseniatos de color amarillo pálido, fibrosos, de los cuales Mac-Gregor ha obtenido por el análisis :

Acido arsénico.	. .	72
Oxido de cobre.	. .	28

lo que daria quizá la fórmula $Cu\ Ar^5$.

IX ESPECIE.—APHANESA.

(*Cobre arseniatado prismático triangular*).

Es una sustancia de color verde-azulado que se vuelve gris en la superficie, que cristaliza en prisma romboidal oblicuo, cuyos ángulos son de 124 y 56°; la base se halla inclinada á los planos 95°; su peso específico es de 4,28; raya con dificultad la caliza; da agua por calcinacion; es fusible al soplete en un boton que cristaliza en la superficie y reductible á un fuego fuerte. Da á la vez indicio de ácido arsénico y de ácido fosfórico.

Su composicion es tan desconocida como la de la olivenita; no se conoce mas análisis que el de Chenevix que ha dado el siguiente resultado :

Acido arsénico.	. . .	30
Oxido de cobre.	. . .	54
Agua.		16

y parece indicar la fórmula $Cu^2\ Ar^2\ Aq^5$.

La aphanesa existe en cristales muy pequeños con frecuencia muy deformes, y no presentan mas que la mitad del prisma romboidal, de suerte, que no ofrecen sino prismas triangulares terminados por un plano oblicuo. Estos cristales estan agrupados en acecillos divergentes, y no manifiestan mas que su extremidad.

Se encuentra con la liroconita en Cornwall.

Apéndice. Las variedades fibrosas, capilares amiantoideas, hematites que dan agua por la calcinacion, pueden colocarse inmediatas á esta especie; unas contienen ácido fosfórico y otras no, hay algunas que dan las reacciones del hierro, y otros que se hallan enteramente privadas de esta sustancia.

Todas las variedades segun puede juzgarse por simples ensayos, parece que contienen mas agua que las variedades cristalinas.

Chenevix ha sacado de las variedades amiantoideas y hematites, lo siguiente :

Acido arsénico.	. . .	29
Oxido de cobre.	. . .	50
Agua.		21

lo cual produciria la fórmula $Cu\ Ar + 2\ Aq$.

ARSENIATOS FERRUGINOSOS.

X ESPECIE.—ESCORODITA.

(*Hierro arseniatado, Cobre arseniatado ferrifero*).

Es una sustancia azul verdosa ó verde azulada que cristaliza en un prisma romboidal recto de 120° 10′ y 59° 50′; su peso específico es 3,2; raya la caliza y es rayada por la fluorina; da agua por la calcinacion dejando un residuo blanco agrisado ó blanco amarillento; en el matraz y á un calor muy intenso, da ácido arsenioso y se ennegrece; sobre el carbon da humo arsenical, y despues una escoria negra metaloidea atraible por el iman. Es atacable por el ácido nítrico é hidroclórico; la disolucion nítrica hecha en frio, da un precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa; la disolucion hidro-clórica le da blanco ó verdoso.

Su composicion puede quizá expresarse por la fórmula $f^2\ Ar^2\ Aq^5$ si ha de darse crédito al análisis de Fisinus, cuyos resultados son los siguientes:

Acido arsénico.	. . .	15,7
Acido sulfúrico.	. . .	0,7
Protóxido de hierro con oxido de manganeso, cal y magnesia.		23,9
Agua.		9,00
Ganga.		0,7

queda sin embargo alguna incertidumbre á causa de que el protóxido de hierro estaba mezclado con otros óxidos, los cuales sin embargo deben hallarse en muy cortas cantidades, puesto que el autor no se ha creido obligado á precisarlos mas.

La escorodita no se conoce mas que en cristales muy pequeños azulados, mas ó menos complicados y cuya forma dominante es el octaedro rectangular que procede del prisma romboidal de 120° 10′.

Esta sustancia se encuentra en los depósitos cobaltíferos ó estanníferos de varios puntos de Francia, Sajonia y Cornwall; tapiza las hendiduras de las rocas y aun los minerales con sus cristalitos que pueden servir de indicios á los criaderos de estas materias.

XI ESPECIE.—FARMACOSIDERITA.

(*Hierro arseniatado de Cornwall*).

Es una sustancia de color verde oscuro que cristaliza en cubos, los cuales se exfolian con dificultad paralelamente á sus caras; su peso específico es 2,99; raya la caliza, da agua por la calcinacion, y deja un residuo rojo; produce con alguna dificultad un poco de ácido arsenioso á un calor muy intenso; es atacable por los ácidos fuertes, y su disolucion hidroclórica da un precipitado azul abundante por el hidrocianato de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $f^3\ Ar^5 + F^9\ Ar^{10}$. Berzelius admite esta combinacion de arseniato de protóxido y arseniato de peróxido, evaluando los resultados de su análisis que ha dado :

Acido arsénico.	. . .	37,82
Acido fosfórico.	. . .	2,53
Peróxido de hierro.	. .	39,20
Oxido de cobre.	. . .	0,65
Agua.		18,61
Partes insolubles	. . .	1,76

La farmacosiderita es tambien una sustancia de los criaderos metalíferos, y particularmente de los que contienen estaño y cobalto, y se encuentra en varias localidades de Cornwall, Francia y Sajonia.

Los cristales se descomponen algunas veces y pasan al estado de hidróxido de hierro ó de arseniato pardo de peróxido.

XII ESPECIE. — NEOCTESA.

(*Hierro arseniatado del Brasil*).

Es una sustancia de color verde claro que cristaliza en prismas rectangulares; da agua por la calcinacion tomando un color amarillo, y no produce sensiblemente ácido arsenioso. Es atacable por los ácidos fuertes, y su disolucion hidroclórica da un precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion se expresa por la fórmula $f^2\ Ar^5 + 2\ F^3\ Ar^5 + 6\ Aq$ segun el análisis que ha hecho Berzelius del arseniato de hierro de Villa Rica en el Brasil, y que ha dado los resultados siguientes:

Acido arsénico.	50,78
Peróxido de hierro. . . .	34,85
Agua.	15,55
Arseniato de alúmina. . .	0,67
Acido fosfórico y óxido de cobre, indicios.	

Esta sustancia se encuentra cristalizada pero en cristales mal conformados en los cuales no se reconoce la simetría que existe en las cristalizaciones del sistema cúbico; se ven algunas pirámides que parecen indicar un prisma cuadrado ó rectangular; se encuentra en el Brasil cerca de Villa-Rica, en las cavidades de un hierro hidratado compacto ó mezclado con esta materia.

XIII ESPECIE.—SIDERETINA.

Es una sustancia parda, trasluciente, de lustre resinoso, algunas veces mate y de color amarillo de orin; es muy frágil, se deja rayar por la caliza; da por la calcinacion una agua ácida al mismo tiempo, el olor sulfuroso, y deja un residuo rojo; es atacable por el ácido hidroclórico, y su disolucion da un precipitado azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion es la de un arseniato de peróxido de hierro quizá de la fórmula $F\ Ar^3 + 3Aq$ mezclado con sulfato de peróxido.

Análisis de Stromeyer.

Acido arsénico.	26,0591
Acido sulfúrico.	10,0381
Peróxido de hierro. . .	33,0960
Oxido de manganeso. . .	0,6417
Agua.	29,2556

$$(F\ Ar^3 + 3Aq) + 2(F Su + 3Aq)$$

Análisis de Lamgier.

Acido arsénico.	20
Acido sulfúrico.	14
Peróxido de hierro. . .	35
Agua.	30

$(F\ Ar^3 + 3Aq) + 2(F\ Su + 3Aq)$ mezclado con $Fe\ Su + 2Aq$.

¿Esto es una mezcla ó una combinacion? Es imposible decirlo.

Esta sustancia se forma diariamente en el interior de los trabajos de las minas, lo mismo que el sulfato pittizita. Parece que proviene de la descomposicion de los sulfo-arseniuros. Es difícil citar positivamente las localidades, porque casi siempre ha sido confundida con la pittizita misma; no se la puede indicar con seguridad mas que en las minas de Schneeberg, pero existe en otras muchas partes.

V GÉNERO.—ARSENITOS.

Estas sustancias dejan desprender por la calcinacion en el tubo cerrado, ácido arsénico que se deposita en cristales pequeños, y dan un fuerte olor de ajo cuando se calientan con polvo de carbon.

PRIMERA ESPECIE.—RODOISA.

(*Cobalto arseniatado terroso*).

Es una sustancia de color de rosa ó rosa violado, pulverulenta que da agua por la calcinacion y un sublimado blanco de ácido arsenioso; tostada da un vidrio azul con el bórax; es atacable por el ácido nítrico y su disolucion de color de rosa da un precipitado azul violado por los álcalis.

No se conoce el análisis de esta materia y solo hay algunos ensayos químicos que le distinguen eminentemente del arseniato erytrina y demuestran que contiene ácido arsenioso.

Esta sustancia se encuentra con las materias terrosas que acompañan á los arseniuros de cobalto en el Delfinado.

II ESPECIE.—NEOPLASA.

(*Niquel oxidado negro*).

Es una sustancia terrosa, gris, negra ó parda, que da agua por la calcinacion y un sublimado de ácido arsenioso; es atacable por el ácido nítrico con precipitado de ácido arsenioso; su disolucion, que es verde, se vuelve de color violeta por el amoniaco y da un precipitado verde por los álcalis fijos.

No se conoce análisis de esta sustancia, pero en la fórmula con que la expresa Berzelius admite peróxido de niquel.

Existe esta materia en una mina de Hesse cerca de Riegelsdorf en las cavidades de un esquisto bituminoso que contiene tambien arseniuro y arseniato de niquel á cuya descomposicion parece que se debe esta sustancia.

Apéndice al género. *Condurita.* Se ha dado este nombre á una sustancia de color pardo negruzco que pasa al azulado de fractura concoidea, blanda, que se pulimenta con la uña, y de la cual se ha encontrado una masa considerable en la mina de Condurow en Cornwall. Faraday ha obtenido de ella por el análisis.

Acido arsenioso	25,94
Oxido de cobre.	60,50
Agua.	8,99
Azufre.	3,06
Arsénico.	1,51

II CLASE.

LEUCOLITOS.

Los cuerpos que se comprenden en esta clase son sustancias que contienen como principios electro-negativos, otros cuerpos sólidos, los cuales no dan generalmente mas que disoluciones blancas con los ácidos, y no son susceptibles de formar gases permanentes.

FAMILIA DE LOS ANTIMONIDOS.

Esta familia comprende cuerpos que ofrecen inmediatamente ó dan por la calcinacion ó por la accion del ácido nítrico, y en este caso con desprendimiento de gas nitroso, una materia blanca, volátil por el calor, ya al fuego de reduccion, ya al de oxidacion; atacable por el ácido hidroclórico, del cual precipita en blanco por el agua, y en amarillo por los hidrosulfatos.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—ANTIMONIO.

El antimonio es una sustancia metálica de color blanco de plata exfoliable en octaedros; su peso específico es de 6,712; da sobre el carbon ó en el tubo abierto vapores blancos sin olor de ajos, que se depositan en las partes frias, de donde se les puede volatilizar por el calor. Es atacable por el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso y formacion de un precipitado inmediato blanco, volátil sobre el carbon, soluble en el ácido hidroclórico del cual es precipitado en blanco por el agua, y en amarillo naranjado por el hidrógeno sulfurado: es uno de los cuerpos simples de la química; fue descubierto en 1748 y solo se encuentra en masas pequeñas laminosas: se encuentra particularmente con los minerales arseníferos en el Delfinado, Harz, Bohemia y Suecia; acompaña frecuentemente al arseniuro de antimonio.

II GÉNERO.

ANTIMONIURO.

ESPECIE ÚNICA.—DISCRASA.

(*Plata antimonial, Plata arsenical, Antimoniuro de plata*).

Es una sustancia metaloidea, de color blanco de plata que cristaliza en prismas rectangulares; su peso específico es 9,44; es agria y á veces algo dúctil, se funde fácilmente al soplete, dando granos metálicos que despues de haber desprendido mucho tiempo vapores de antimonio, dejan un grano de plata maleable; es atacable por el ácido nítrico con precipitado inmediato, y su disolucion da por el ácido hidroclórico un precipitado blanco abundante atacable por el amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula Ag^2 Sb, segun el análisis de la discrasa de Andreasberg por Klaproth que ha dado el resultado siguiente:

Antimonio.	23
Plata	77

Existen otros varios análisis que presentan poco mas ó menos los mismos resultados.

Discrasa cristalizada. Se presenta en prismas rectangulares simples ó modificados sobre las aristas laterales sobre los ángulos y las aristas de las bases.

Discrasa amorfa. Es compacta ó granosa, algunas veces con estructura fibrosa.

La discrasa es una materia de filones que se encuentra en las minas de plata arseníferas, en el Delfinado, Baden, en Harz, y en España la tenemos en Guadalcanal.

Apendice. Klaproth, cuyos resultados sobre la discrasa de Andreasberg y de Wolfach se hallan enteramente en las relaciones atómicas que hemos adoptado ha encontrado tambien en otro ejemplar de Wolfach, las cantidades siguientes:

Antimonio.	16
Plata	84

donde las relaciones son diferentes y darian la fórmula Ag^3 Sb. No se sabe á punto fijo si esta es una mezcla que tendria por casualidad proporciones definidas, es un error, ó en fin una especie particular.

III GÉNERO.

ANTIMONOXIDO.

Este género comprende sustancias no metaloideas, atacables por el ácido hidroclórico; su disolucion da un precipitado blanco por el agua, y amarillo por los hidrosulfatos.

PRIMERA ESPECIE.—EXITELA.

(*Oxido de antimonio cristalizado, Antimonio oxidado, Antimonio blanco, Cal de antimonio, Antimonio muriatado*).

Es una sustancia blanca, comunmente nacarada; se presenta en masas exfoliables paralelamente á los planos de un prisma romboidal de 137° 43′, y tambien siguiendo las diagonales de este prisma; su peso específico es 5,56; es rayada por todos los cuerpos; es fusible al soplete y aun á la llama de una bujía, es enteramente volátil, dando un humo blanco cuando y

pura, ya calentándola en un tubo ó sobre el carbon. Se reduce sobre el carbon, dando un color verde á la llama.

Su composicion en peso es:

Oxígeno.	15,68
Antimonio.	84,32

Exitela cristalizada. Se presenta en láminas rectangulares ordinariamente agrupadas en masas pequeñas laminosas.

Exitela acicular. Forma cristales pequeños prismáticos romboidales muy finos, constituyendo grupos divergentes.

Esta materia se encuentra en los depósitos de plata arseníferos en el Delfinado, Baden, Sajonia y Bohemia.

II ESPECIE.—STIBICONISA.

(*Antimonio oxidado terroso, Acido antimonioso*).

Es una sustancia terrosa, de color blanco amarillento ó gris amarillento muy blando; su peso específico es 3,8; es infusible al soplete; da agua por la calcinacion; no se volatiliza en un tubo; no da humo blanco sino al fuego de reduccion, y no se reduce.

Esta materia se encuentra en capas pequeñas terrosas en la superficie del sulfuro estilbina á cuya descomposicion se debe; algunas veces conserva la forma de los cristales de este sulfuro, existiendo casi siempre en union con él.

IV GÉNERO.

HIPOANTIMONITO.

ESPECIE ÚNICA.—KERMES.

(*Antimonio rojo, Antimonio oxidado sulfurado, Azufre dorado, Kermes mineral*).

Es una sustancia de color rojo parduzco en agujas cristalinas que parecen ser prismas romboidales; su peso específico es 4,6; es frágil, blanda y se deja rayar por todos los cuerpos; es fusible al soplete desprendiendo vapores de antimonio y da óxido de antimonio por la calcinacion en el matraz.

Su composicion es una combinacion del óxido de antimonio con el sulfuro que sirve probablemente de base alcalina. Rosse ha encontrado en esta sustancia por el análisis.

Oxido de antimonio. . .	30,14
Sulfuro estibina. . . .	69,86

Kermes acicular. Se presenta en agujillas agrupadas irregularmente ó divergentes.

Esta sustancia se encuentra en los criaderos de minerales arseníferos en el Delfinado, Nassau, Sajonia, Hungría y Transilvania. Algunas veces parece que debe su orígen á la descomposicion del sulfuro estibina en cuya superficie se encuentra.

FAMILIA DE LOS ESTANNIDOS.

GÉNERO ÚNICO.

ESPECIE ÚNICA.—CASSITERITA.

(*Estaño oxidado, Piedra de estaño, Mina de estaño*).

Es una sustancia generalmente parda algunas veces blanca que cristaliza en un prisma recto de base cuadrada, cuya altura y lados son entre sí, poco mas ó menos como los números 43,32; su peso específico es de 6,50 á 6,96, raya el vidrio y es rayada por el topacio; es infusible al soplete, se reduce difícilmente al fuego de reduccion, pero al instante cuando se le añade la sosa, da con frecuencia indicios de manganeso cuando se le trata con la sosa sobre la hoja de platino, es difícilmente atacable por el ácido hidroclórico, y su disolucion da un precipitado purpúreo por el cloruro de oro.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	21,33
Estaño.	78,67
	100,00

Suele hallarse mas ó menos mezclada con estamato de hierro y de manganeso, y algunas veces con óxido de tántalo: los análisis han dado los resultados siguientes:

Análisis de Klaproth.

Oxido de estaño.	99,09
Oxido de hierro. . . .	0,25
Sílice.	0,75

Análisis de Vauquelin.

Oxido de estaño. . . .	91,00
Oxido de hierro. . . .	9,00

Análisis de Descotils

Oxido de estaño.	95,00
Oxido de hierro. . . .	5,00

Análisis de Berzelius.

Oxido de estaño.	93,60
Oxido de hierro. . . .	1,40
Oxido de manganeso. . .	0,80
Oxido de tántalo. . . .	2,40

Cassiterita cristalizada. Se presenta en prismas cuadrados modificados en los ángulos ó en prismas octógonos terminados por facetas anulares, ó en prismas simples, ó modificados terminados por vértices de octaedros ó pirámides de ocho caras.

Cassiterita maclada. Es un agrupamiento de octaedros prismáticos ó simples agrupados de dos en dos ó en mayor número.

Cassiterita estalactítica ó estalagmítica. Es rara en estalactita entera y se presenta mas frecuentemente en fragmentos rodados. Se observan en ella capas de colores variados pardos y rojos que imitan las capas de ciertos leños.

Cassiterita fibrosa. De estructura fibrosa, de fibras divergentes, se observa muy bien en algunos fragmentos de cassiterita estalactítica.

Cassiterita amorfa. Se encuentra en masas com-

pactas vítreas ó pétreas, pardas amarillentas y blanquecinas.

En otro lugar hemos indicado los depósitos de los minerales de estaño. La cassiterita sirve en todas partes para preparar el estaño necesario al comercio; la materia no necesita mas que ser quebrantada, lavada y algunas veces tostada á causa de los sulfuros y arseniuros que suelen encontrarse mezclados con ella; despues se funde con carbon de madera ó ulla; y algunas veces se purifica por una segunda fusion, ya en medio del carbon, ya en grandes calderas de hierro. Este mineral abunda bastante en la naturaleza; en España se encuentra en la provincia de Orense y en algunos puntos de Asturias; en Inglaterra es muy abundante y aquel país entrega anualmente al comercio mas de cien mil quintales; la Sajonia produce tres ó cuatro mil; y la Bohemia dos mil. El Brasil y Méjico poseen minas abundantes y el Asia meridional es muy rica en este género de producto; existe mucho en China, en Pegú, en la península de Malaca, en Sumatra, Banca, etc.; asegurándose que esta última isla produce por sí sola mas de setenta mil quintales.

FAMILIA DE LOS BISMUTIDOS.

Esta familia comprende sustancias atacables por el ácido nítrico, con ó sin desprendimiento de gas nitroso, su disolucion da un precipitado blanco, abundante por el agua, y no da indicios de ninguna otra materia.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—BISMUTO.

(*Bismuto nativo*).

Es una sustancia metálica, blanco-rojiza, laminosa, capaz de exfoliarse paralelamente á las caras de un octaedro regular; su peso específico es 9,737; es muy fusible al soplete y da un óxido amarillo que cubre el carbon; es atacable por el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso.

El bismuto es uno de los cuerpos simples de la química, pero se halla muy frecuentemente mezclado con materias extrañas.

Bismuto cristalizado. Se presenta en octaedros agrupados unos sobre otros y algunas veces en octaedros que resultan de la adicion de un tetaedro sobre dos caras opuestas del octaedro.

Bismuto laminar. Presenta láminas ordinariamente dispuestas de manera que presentan la estructura palmeada.

El bismuto se encuentra en los criaderos argentíferos y arseníferos, y por consiguiente con los arseniuros y arseniatos de diferentes bases. Existe en muchas localidades, en los Pirineos, Hanau, Suabia, Wurtemberg, Sajonia, Suecia, Noruega y Cornwall. Esta materia se explota con el sulfuro bismutina, y se emplea en la fabricacion de ligas metálicas, y del subnitrato de bismuto, llamado blanco de afeite, ó blanco de arrebol, que se usa tambien en medicina.

II GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—OXIDO DE BISMUTO.

(*Bismuto oxidado, Flores de bismuto*).

Es una sustancia no metaloidea, pulverulenta, amarilla; su peso específico es 4,36; es fusible sobre una hoja de platino, y se reduce muy fácilmente sobre el carbon; es atacable por el ácido nítrico sin desprendimiento de gas nitroso, y su disolucion precipita por el agua.

Este óxido suele hallarse mezclado con los de hierro, cobre y niquel, y su composicion es la siguiente:

Oxígeno.	10,13
Bismuto.	89,87

Lampadius ha obtenido por el análisis

Oxido de bismuto.	86,3
Oxido de hierro.	5,2
Acido carbónico.	4,1
Agua.	3,4

si este análisis es exacto, se ve que hay mezcla de carbonato de bismuto.

Esta materia se encuentra en masas pulverulentas ó cubriendo los minerales de bismuto, cobalto y niquel, en Sajonia, Bohemia, Cornwall y Siberia.

FAMILIA DE LOS HIDRARGIRIDOS.

Esta familia comprende sustancias metaloideas líquidas ó sólidas, que dan inmediatamente mercurio líquido por el calor en un tubo.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—MERCURIO.

Es una sustancia líquida, metálica, de color blanco de plata; su peso específico es 13,598 á 0° en estado de pureza; se volatiliza enteramente en el tubo cerrado.

Es uno de los cuerpos simples de la química, y contiene algunas veces materias extrañas en la naturaleza.

Esta sustancia se encuentra en cantidades mas ó menos considerables en los criaderos de cinabrio como hemos visto en otro lugar. El cinabrio está algunas veces penetrado de mercurio, sin que se advierta, y que se manifiesta en gotas en la superficie cuando se calienta en la mano.

II GÉNERO.

HIDRARGIURO.

ESPECIE ÚNICA.—AMALGAMA.

(*Mercurio argental*).

Es una sustancia sólida, metaloidea, de color blanco de plata, que cristaliza en dodecaedro romboidal; su

peso específico es 14,12; da mercurio por la destilacion en un tubo, y deja un grano de plata inaleable.

Su composicion se expresa por la fórmula Ag Hg^2, segun el análisis de Klaproth, que ha dado el resultado siguiente :

Mercurio.	64
Plata.	36

Muchas veces hay mercurio adherente despues de los cristales, los cuales dan entonces un exceso de este metal.

Amalgama cristalizada. Se presenta en octaedros que son raros, y en dodecaedros simples ó modificados en las aristas y ángulos sólidos.

Amalgama amorfa. Se encuentra en masas pequeñas, siempre poco voluminosas. La amalgama se encuentra tambien en los criaderos de cinabrio, de que hemos hablado en otra parte.

FAMILIA DE LOS ARGIRIDOS.

GÉNERO ÚNICO.

ESPECIE ÚNICA.—PLATA.

(*Plata nativa*).

Es una sustancia metálica, blanca, dúctil, tenaz, que cristaliza en octaedros, cuyo peso específico es 10,4743, en estado de pureza; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion precipita plata metálica sobre una lámina de cobre; da por el ácido hidroclórico un precipitado atacable por el amoniaco, y no presenta indicios de cuerpo alguno electro-negativo.

Es uno de los cuerpos simples de la química, y algunas veces se halla mezclado con materias extrañas, segun las siguientes observaciones de John y Berthier.

Análisis de Jhon.

Plata.	99
Antimonio.	1
Cobre y arsénico.........	indicios.

Análisis de Berthier.

Plata.	90
Cobre.	10

Platacristalizada. Se presenta en octaedros, cubo-octaedros y cubos.

Plata dendrítica ó ramosa. Forma dendritas salientes ó superficiales.

Plata filiforme ó capilar. Se presenta en filamentos mas ó menos largos, algunas veces entrelazados y formando enramadas.

La plata se encuentra accidentalmente en los criaderos de Argyrosa, Argyrithrosa y Kerargira; algunas veces es muy abundante sobre todo en los depósitos ferruginosos, llamados Pacos y Colorados, en la América ecuatorial. Fácilmente se comprende que esta materia es objeto de una escrupulosa explotacion donde quiera que existe.

Citaremos aquí para memoria los sulfuros argirosa, argiritrosa, y proustita, el cloruro kerargira, los seleniuros, teluluros, antimoniuro y arseniuros de plata, que son los anejos naturales de esta familia.

FAMILIA DE LOS PLUMBIDOS.

Los cuerpos que comprende esta familia no dan indicios de sustancia alguna electro-negativa, por los reactivos; son atacables por el ácido nítrico, ó capaces de reducirse á una materia atacable por este ácido cuando han sido tratadas con carbonato de sosa; su disolucion da un precipitado blanco por los sulfatos, da láminas de plomo sobre una barra de zinc, y no precipita sobre una lámina de cobre.

PRIMERA ESPECIE.—PLOMO.

Es una sustancia metálica, gris, muy dúctil; su peso específico es 11,3523; es muy fusible al soplete y cubre el carbon de óxido amarillo; es atacable por el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso; su disolucion da un precipitado blanco; por los sulfatos da láminas metálicas sobre una barra de zinc, y no precipita sobre una lámina de cobre.

El plomo es uno de los cuerpos simples de la química, y se encuentra en estado metálico en granos mas ó menos voluminosos en los productos volcánicos, ya sea en las dolomias acompañadas de ydocrasa, y conteniendo algunas veces galena, ya en las lavas propiamente dichas compactas ó porosas. Tambien se le cita mezclado con galena en Inglaterra y Bohemia, en los criaderos de estas clases de minerales de plomo, y en gangas acompañadas de pyritas de siderosa, etc.

II ESPECIE.—MASSICOT.

(*Plomo oxidado amarillo, Massicot nativo*).

Es una sustancia amarilla, terrosa ó laminar; es atacable por el ácido nítrico, sin desprendimiento de gas nitroso; fácilmente reductible al soplete.

Su compsicion en peso es :

Oxígeno.	7,171
Plomo.	92,829

No es enteramente cierto que esta sustancia exista naturalmente en el seno de la tierra.

Se la ha encontrado en Breinig, cerca de Stolberg, no lejos de Aix-la-Chapelle; pero Noggerath la considera como un producto de hornos sepultados bajo un terreno de aluvion moderno. John menciona tambien un massicot nativo encontrado en Eschweiller, en el que ha reconocido :

Protóxido de plomo.	93,2691
Acido carbónico.	3,8462
Oxido de hierro y de cal. . .	0,4808
Sílice.	2,4039

III ESPECIE.—MINIO.

(*Plomo oxidado rojo, Minio nativo*).

Es una sustancia de color rojo, pulverulenta; su

peso específico es 4,6; da glóbulos metálicos al fuego de reduccion; pasa al estado de óxido pardo por la accion del ácido nítrico.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	10,38
Plomo.	89,62

Esta sustancia no se encuentra sino en cantidad muy pequeña en la superficie de diversas gangas, en los filones de galena, y en masas de calamina, en el país de Baden, Brillon en Westfalia, isla de Anglesea.

Las sustancias en que el plomo ó sus óxidos se encuentran tambien combinados, son las siguientes:

El carbonato cerusa y los sulfo-carbonatos; sulfuro galena, la zinkenita, jamesonita, bournonita, el sulfato anglesita, el cloruro kerasina, el seleniuro claus-thalia, los telururos elasmona y mullerina, el fosfato pyromorfita y el arseniato.

FAMILIA DE LOS ALUMINIDOS.

Son cuerpos compuestos de alúmina, ya sola, ya combinada con diferentes bases. Rara vez son atacables inmediatamente por los ácidos, pero forman con la sosa un compuesto, las mas veces infusible, que los ácidos atacan con mas ó menos facilidad. Su disolucion da por el amoniaco un precipitado abundante, gelatinoso, que se disuelve por los ácidos fijos; por lo demás no presentan mas que débiles indicios de los otros cuerpos electro-negativos, á no ser el peróxido de hierro.

No se conoce en esta familia mas que un corto número de sustancias, de las cuales la mayor parte son notables por su gran dureza que bastaria para distinguirlas de todas las demás materias minerales; siempre se encuentran cristalizadas, una en el sistema romboédrico y las otras en octaedros regulares. Las especies que tienen menos dureza no son conocidas por el contrario, mas que en masas pequeñas, mamelonadas ó amorfas.

Hay varias materias que no contienen mas que alúmina, ya sea pura, ya hidratada á diferentes grados; las otras son aluminatos compuestos segun las fórmulas RR^2, RR^3, RR^6; representando R la base, y de las cuales unas son anhidras y otras hidratadas. El peróxido de hierro parece que reemplaza algunas veces á la alúmina, de la cual, por otra parte, es isomorfo.

Respecto á los depósitos, estas materias se hallan por lo general diseminadas en los terrenos de cristalizacion; ya sea en los granitos y micasquistos, ya en las calizas subordinadas; muchas veces se encuentran desprendidas y arrastradas en forma de arenas, á veces muy abundantes en los arroyos y en los depósitos arenáceos modernos. Hay dos, sin embargo, que hasta ahora pertenecen únicamente á criaderos metalíferos, y se puede suponer que hay especies cuyo depósito son los terrenos de sedimiento.

PRIMER GÉNERO.

ALUMINA.

Su disolucion contiene una gran cantidad de alúmina, y pocas ó ninguna otra base.

PRIMERA ESPECIE.—CORINDON.

(*Telesia, Zafiro, Rubí, Esmeril*).

Es una sustancia vítrea ó pétrea que cristaliza en el sistema romboédrico, y es exfoliable en romboedros de 86° 4′ y 90° 56′; su peso específico varia de 3,97 á 4,16; es muy duro, raya todos los cuerpos excepto el diamante; es infusible al soplete; da una materia azul cuando se somete á un gran fuego despues de pulverizada y humedecida con una gota de nitrato de cobalto.

Su composicion es la que expresan los análisis siguientes:

Zafiro azul por Klaproth.

Alúmina.	98,5
Oxido de hierro. . .	1,0
Cal.	0,5

Zafiro azul por Vauquelin.

Alúmina.	92,0
Oxido de hierro. . . .	2,40
Sílice.	4,80

Corindon de Bengala.

Alúmina.	89,5
Oxido de hierro. . . .	1,25
Sílice.	5,5

Zafiro rojo por Chenevix.

Alúmina.	97,6
Oxido de hierro. . . .	0,8
Sílice.	1,20

Corindon de la China por Klaproth.

Alúmina.	84
Oxido de hierro. . . .	7,50
Sílice.	6,5

Esmeril de Naxos por Tesmant.

Alúmina.	86
Oxido de hierro. . . .	4
Sílice.	3

Corindon cristalizado. Se presenta en romboedros simples ó truncados profundamente en el vértice; en prismas exágonos simples ó modificados en las aristas de las bases, y en dodecaedros de triángulos isósceles.

Corindom laminar. Se presenta en masas exfoliables paralelamente á las caras de los romboedros.

Corindon granular. (Esmeril) se compone de granos finos, suele estar coloreado y contiene cierta cantidad de óxido de hierro.

Los colores del corindon son: el *blanco limpio,* (zafiro blanco), el *azul* (zafiro), el *rojo* (rubí oriental), el *rosa*, el *violeta* (amatista oriental), el *amarillo* (topacio oriental), el *verde*, el *gris*, el *pardo*, y el *negro*.

El corindon es hialino ó litoideo; algunas veces los cristales son nacarados en la base de los prismas, ó en el vértice de los romboedros; otras veces la sustancia es, *cambiante*, *lechosa* ú *opalina*. Hay varie-

dades que presentan el fenómeno del asterismo y son particularmente las que tienen color azul; este fenómeno es raro en las variedades rojas.

El corindon pertenece en general á los terrenos de cristalizacion; se encuentra diseminado en el micasquisto en Sajonia, Isla de Naxos, Jersey y Guernesey, y en las dolomias subordinadas en San Gotardo. Existe en las rocas talcosas del granito alpino como se observa en Chamounix; en filones feldspáticos que atraviesan las sienitas en el Piamonte, y en rocas graníticas en Baltimore en la América septentrional. Tambien existe en rocas feldspáticas y en donde se encuentran micas talcosas, epidoto, etc., en la China, en el Tibet, y en la costa de Malabar. Esta materia se encuentra tambien en rocas basálticas y tobas basálticas, y por último existe en depósitos de óxido de hierro subordinados al gneiss. Tambien se encuentra frecuentemente el corindon fuera de sus depósitos en arenas mas ó menos gruesas que proceden de la destruccion de las rocas graníticas ó de las rocas basálticas.

El corindon ofrece á la joyería piedras muy hermosas que en nada ceden al diamante. Los corindones azules ó zafiros; los rojos ó rubíes; los amarillos ó topacio oriental; los purpúreos ó amatista oriental; los verdes ó esmeralda oriental, son muy estimados y tienen siempre mucho valor cuando son puros, sin grietas y de un color hermoso. El rubí que tiene una buena tinta de color de fuego, excede en valor al diamante mismo; una piedra perfecta de treinta granos es de un precio inestimable; el corindon azul oscuro, y el azul índigo vienen despues; pero las variedades de tinte claro son poco estimadas á no ser que sean muy grandes. Los topacios orientales y el amatista oriental bien elegidos tienen asimismo mucho valor.

II ESPECIE.—GIPSITA.

Es una sustancia blanquecina ó verdosa que raya la caliza; su peso específico es 2,40; da agua por la calcinacion y deja una materia blanca infusible que toma el color azul, cuando se calienta con el nitrato de cobalto; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion precipita alúmina por el amoniaco.

Su composicion es la que expresa la fórmula Al+Aq segun el análisis de Torrey que ha dado los resultados siguientes:

Alúmina.	64,8
Agua.	34,7

La gipsita se ha encontrado en masas pequeñas mamelonadas en una mina de manganeso en el Estado de Massachuset.

Apendice. *Hidrato de alúmina de Beaux*. Es una sustancia rojiza que da agua por la calcinacion y se compone segun Berthier de:

Alúmina.	52
Agua.	20,4
Peróxido de hierro. . .	27,6
Oxido de cromo indicios.	

El peróxido es evidentemente aquí la materia colorante, y aislándola, se ve que la sustancia debe estar compuesta segun la fórmula 3 Al+2 Aq, un átomo de alúmina y dos átomos de agua; por consiguiente debe constituir una especie particular.

Esta materia se encuentra en grandes depósitos en Beaux, cerca de Arlés, en Francia.

Diaspora. Es una sustancia blanquecina ó parduzca, que decrepita al fuego; da agua por la calcinacion; es infusible, y toma un hermoso color azul por la calcinacion con el nitrato de cobalto.

Children ha indicado en ellas las sustancias siguientes:

Alúmina.	76,06
Oxido de hierro. . .	7,78
Agua.	14,70

de donde se podria quizá sacar la fórmula $(A, F)^3\ Aq$ suponiendo el hierro en estado de peróxido.

II GÉNERO.—ALUMINATOS.

Su disolucion contiene una ó muchas bases independientemente de la alúmina.

PRIMERA ESPECIE—ESPINELA.

(*Alúmina magnesiada, Rubí espinela, Rubí balage, Rubícela, Ceilanita, Ploonasta*).

Es una sustancia que cristaliza en octaedros regulares; raya todos los cuerpos y es rayada solamente por el corindon y el diamante; su peso específico es de 3,64 á 3,76; es infusible al soplete; no da agua por la calcinacion; su disolucion ácida verificada despues del tratamiento por la potasa caústica precipita alúmina por la adicion del hidrosulfato de amoniaco y despues una materia blanca alcalina por la adicion de la sosa en exceso.

Su composicion se expresa por la fórmula $M\ A^6$ segun Berzelius, pero su análisis presenta una pérdida bastante grande y exceso de sílice, y óxido de hierro; los análisis de Klaproth y de Vauquelin presentan todavía mas divergencia.

Espinela de Aker por Berzelius.

Alúmina.	72,25
Magnesia.	14,63
Protóxido de hierro. . .	4,26
Sílice.	5,45
	96,59

Espinela roja por Klaproth.

Alúmina.	74,50
Magnesia	8,25
Cal.	0,75
Oxido de hierro. . . .	1,50
Sílice.	15,50

Espinela roja por Vauquelin.

Alúmina.	82,47
Magnesia.	8,88
Acido crómico. . . .	6,18

Espinela cristalizada. Se presenta en octaedros simples ó modificados sobre los ángulos y las aristas; generalmente aislados, algunas veces contenidos en las gangas.

Espinela maclada. Se presenta en octaedros agrupados de dos en dos.

La espinela pertenece como el corindon á los terrenos de cristalizacion; se la conoce particularmente en los terrenos de micasquistos y sobre todo en las dolomias, la caliza micácea, el cuarzo micáceo, las rocas granitoideas donde algunas veces la mica está reemplazada por la molibdenita; es muy abundante sobre todo en los fragmentos de estas rocas, en las arenas de los arroyos y de los rios que corren en medio de ellas, y en estas aguas es donde se recoge ordinariamente en forma arenosa, porque es muy raro encontrarla en gangas en las colecciones. La que se ha citado en los detritus basálticos ó traquíticos, en las rocas micáceas y en las dolomias del Somma, no pertenece á la especie espinela, sino mas bien á la pleo-

nasta, de la cual debemos hacer una especie particular.

La espinela se usa tambien en joyería con los nombres de rubí espinela, rubí balage; los primeros que deben ser de color rojo vivo, pueden rivalizar con el corindon rubí, y son igualmente de un precio muy elevado; los segundos de un tinte rosado ó de color de vinagre ó heces de vino son mucho menos estimados, y muchas veces se confunde con el topacio quemado; se hacen de ellos sin embargo adornos que suelen ser muy caros. Las variedades de espinela propias para la talla y que son siempre de cortas dimensiones vienen todas de la India.

II ESPECIE. — GAHNITA.

(*Espinela zincífera*, *Automalita*).

Es una sustancia que cristaliza en octaedro regular; raya todos los cuerpos y es rayada únicamente por el corindon y el diamante; su peso específico es de 4,23 á 4,7; es infusible al soplete; no da agua por la calcinacion y produce por el tratamiento con la sosa una aureola de humo de zinc sobre el carbon. Su disolucion ácida operada despues del tratamiento por la potasa cáustica, precipita alúmina por el amoniaco; la disolucion amoniacal da un precipitado blanco cuando se la satura por un ácido.

Su composicion se expresa por la fórmula $Z\ A^6$ la misma que para la espinela y tambien con la misma incertidumbre, segun el análisis de Ekeberg que ha dado el resultado siguiente:

Alúmina.	60,00
Oxido de zinc.	24,25
Oxido de hierro. . . .	9,25
Sílice.	4,75
Cal, indicios.	

Vauquelin ha hecho tambien un análisis, pero ha encontrado diez y siete partes de una materia que tenia alguna analogía con el azufre y que se encuentra ser precisamente lo que faltaria de alúmina.

Gahnita cristalizada. Se presenta en octaedros simples ó maclados, verdosos ó agrisados, diseminados en un esquisto talcoso ó en cloritas esquistosas. Hasta ahora solo se la conoce en un corto número de localidades de Suecia y de la América septentrional.

III ESPECIE.—PLEONASTA.

(*Candita*, *Espinela negra*, *Ceilanita*).

Es una sustancia negra que cristaliza en octaedro regular; raya todos los cuerpos y solo es rayada por el corindon y el diamante; su peso específico es de 3,617 á 3,7; es infusible al soplete; no da agua por la calcinacion, y su disolucion ácida operada despues del tratamiento por la potasa, precipita alúmina muy ferruginosa por el amoniaco; da un precipitado azul abundante por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y presenta despues de la accion del amoniaco indicios de magnesia por un exceso de sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $M\ A^3 + F\ A^3$ ó $M\ A^2 + F\ A^2$ segun los análisis siguientes:

Candita por Laugier.

Alúmina.	65,0
Peróxido de hierro. . . .	16,5
Magnesia.	13,0
Cal.	2,0
Sílice.	2,0

Candita por Gmelin.

Alúmina.	27,200
Magnesia.	18,240
Peróxido de hierro. . . .	20,504
Sílice.	3,154

Pleonasta por Descotils.

Alúmina.	68
Magnesia.	12
Peróxido de hierro. . . .	16
Sílice.	2
	98

Pleonasta cristalizada. Se presenta en octaedros simples modificados algunas veces muy complicados, ó en dodecaedros romboidales simples ó modificados sobre los ángulos.

Pleonasta amorfa. (Candita). Forma masas vítreas ó litoideas de color pardo y lustre vítreo ó grasiento.

La pleonasta cristalizada se encuentra en la dolomia, las rocas cloritosas, como en el Monte Somma en el Vesubio, en rocas anfibólicas y micáceas, en Sparta y Franklin de la América septentrional; en los detritus basálticos; en restos basálticos como en la abadía de Laach, á orillas del Rhin; existe tambien en Ceylan en las arenas con la espinela. La pleonasta amorfa ó la candita, ha sido traida de Ceylan por Leschenaust que la encontró en el distrito de Candía.

La pleonasta de color muy oscuro, presenta, cuando se talla y pulimenta, una piedra muy notable por su brillo, y no despreciable.

IV ESPECIE.—PLOMGOMMA.

(*Plomo gomoso*, *Plomo hidro-aluminoso*).

Es una sustancia de color amarillo, ó amarillo rojizo, que se presenta en mamelones é imita bastante á la goma; raya la fluorina; da agua por la calcinacion y se blanquea; se hincha al soplete y se funde á medias; se reduce con la sosa sobre el carbon; pulverizada da un bonito color azul con el nitrato de cobalto. Su disolucion ácida da un precipitado gelatinoso por el amoniaco, y láminas de plomo sobre una barra de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $Pb\ A^6 + 6\ Aq$, segun el análisis de Berzelius que presenta:

Alúmina.	37,00
Oxido de plomo. . . .	40,14
Agua.	18,80
Cal, óxidos de hierro y de manganeso.	1,80
Sílice.	0,60
Acido sulfúrico. . . .	0,20

No se conoce todavía esta sustancia mas que en masas pequeñas mamelonadas compuestas de hojas concéntricas en las minas de plomo de Huelgoat en Bretaña.

Es confundida algunas veces con la pipomorfita mamelonar; pero en esta, en lugar de ser los glóbulos testáceos, son fibrosos en el interior.

Apendice. *Hidrato de alúmina renniforme.* Se encuentra en la montaña de Bernon cerca de Epernay, en el que Lassaigne ha indicado en él:

Alúmina.	29,5
Cal.	20,0
Agua.	37,5
Materia colorante vegetal.	8,5
Sílice.	2,5
Pérdida.	2,0

lo que parece dar la fórmula $Ca\ A^2 + 6\ Aq$.

Esta materia de color amarillento, semitransparente y friable, se encuentra en el mismo depósito que la websterita. La materia orgánica que la colorea, se carboniza por la accion del calor; el mineral se vuelve entonces negro, pero blanquea por una calcinacion mucho mas fuerte y disminuye mucho de volúmen.

FAMILIA DE LOS MAGNESIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—BRUCITA.

(*Magnesia nativa*, *Magnesia hidratada*).

Es una sustancia blanca, laminosa, nacarada, suave al tacto; su peso específico es 2,336; es blanda y se deja rayar por la caliza; da agua por la calcinacion, y deja una materia blanca que enrojece el papel de cúrcuma; es infusible, y da por la calcinacion con el nitrato de cobalto una materia de color de lila.

Su composicion es segura por la fórmula *M Aq*, segun el análisis de Fife, que ha dado el resultado siguiente:

Magnesia.	69,75
Agua.	30,25

La brucita se encuentra en venas en la serpentina de Hoboquen, en Nueva Jersey. Se ha indicado en Swinaness, en la isla de Unst, una de las de Shetland, en un depósito semejante.

III CLASE.

CHROICOLYTOS.

Estas sustancias contienen como principio electro-negativo cuerpos sólidos susceptibles de formar sales ó disoluciones coloreadas y no pasan jamás al estado de gas permanente.

FAMILIA DE LOS TITANIDOS.

Son cuerpos que dán por la fusion con el carbonato de sosa una sal insoluble en el agua, pero atacable por el ácido hidroclórico: su disolucion dilatada en agua, toma el color de violeta por la accion de una lámina de zinc, y dan por la ebullicion un precipitado que al fuego de reduccion forma un vidrio azul violáceo con una sal fosfórica.

No se conoce todavía en esta familia mas que un corto número de especies que son en general mal conocidas al menos bajo el aspecto de su composicion.

Su cristalizacion se refiere al sistema prismático cuadrado, al sistema cúbico, al sistema romboédrico, y en fin al sistema prismático rectangular oblícuo. Los cristales de este último sistema son notables por su aplanamiento, por su posicion general, muy diferente de todas las demás especies y por la manera de agruparse.

Todos los titanidos son sustancias diseminadas que pertenecen á los terrenos de cristalizacion, la mayor parte á terrenos graníticos, y algunos á la vez á estos terrenos, y á los terrenos traquíticos ó basálticos.

PRIMER GÉNERO.

TITANOXIDO.

Su disolucion hidroclórica no contiene ningun cuerpo electro-positivo en cantidad notable.

PRIMERA ESPECIE.—RUTILO.

(*Titano oxidado*, *Titanita*, *Titanita rutilo*, *Chorlo rojo*, *Chorlo entretejido*, *Chorlo purpúreo*, *Titano chorlo*, *Nadelstein*, *Crispita*, *Sagenita*).

Es una sustancia rojiza, parda ó amarilla; sus cristales se derivan de un prisma de base cuadrada, cuya altura y lados, son con corta diferencia como los números 21 y 46 y que se exfolian paralelamente á sus planos; su peso específico es 4,25; raya fuertemente el vidrio; es infusible al soplete; da frecuentemente con la sosa indicios de óxido de manganeso; su color violado, producido por la fusion con una sal fosfórica, casi siempre se mancha por las materias extrañas.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	33,95
Titano.	66,05
	100,00

mas ó menos mezclado con óxido de hierro y óxido de manganeso; algunas veces con óxido de cromo, como en Suecia.

Rutilo cristalizado. Se presenta en prismas, lo mas comunmente octógonos, mas rara vez cuadrados, con indicios de octógono, y por lo comun con vértices retraedros.

Rutilo maclado. Se presenta en cristales prismá-

ticos reunidos por los extremos por planos oblícuos al eje, y en número de dos, tres, etc.

Rutilo cilindroideo. Se presenta en cristales embotados.

Rutilo acicular. Forma cristales muy estrechos y comunmente muy prolongados, unas veces aislados, otras encerrados en el cuarzo en cantidad mas ó menos grande, y donde algunas veces no han dejado mas que su molde.

Rutilo reticulado. (Sagenita crispita). Está compuesto de agujillas que se cruzan regularmente y que estan mas ó menos apretadas.

Rutilo amorfo. Se presenta en masas compactas ó laminosas que forman nidos en diferentes rocas.

Rutilo pulverulento. No es en cierto modo mas que una variedad extremada del rutilo reticulado, donde las agujillas son tan finas, y tan apiñadas unas con otras que no se les puede distinguir bien.

El rutilo es una sustancia que se encuentra diseminada ó en granos pequeños en los terrenos de cristalizacion, en los granitos propiamente dichos, en los gneiss, en los micasquistos, en las calizas subordinadas á estas rocas, en las protoginas ó en las rocas que las acompañan, y en las pegmatitas donde es muy abundante; de estos diferentes modos existe en Hungría, Sajonia, Noruega, Saboya, Alpes, varios Estados de la América del Norte como Pensilvania, Massachusets, Connecticut y Delaware, en la isla de Ceylan, etc. Algunas veces está desprendido de estas rocas y se encuentra con sus restos en los arroyos ó en los depósitos arenáceos, como en Ceylan, Brasil y otros puntos. Existe asimismo en los filones que atraviesan estas diferentes rocas, ya en filones de hierro magnético como en Noruega y Laponia, ya en filones de caliza, de siderosa, etc., como en Saboya. En España existe en Colmenar Viejo y en Hinojosa de Estremadura.

En estos diferentes criaderos el rutilo suele ir acompañado de hierro magnético, de hierro oligisto, y de diferentes especies de silicatos, tales como clorita, cal, distena, turmalina, diopside, etc. Del Brasil provienen los cristales mas perfectos que tienen por ganga el cuarzo, ó el hierro oligisto.

Esta materia no se usa todavía mas que para preparar los óxidos de titano que se emplean en los laboratorios ó para algunos colores que se dan á la porcelana.

Apéndice. *Brookita.* (Rutilo lameliforme). Es una sustancia rojiza ó parduzca de un brillo bastante vivo que cristaliza en láminas exagonales agudas ó en láminas romboidales de 100° y 80° mas ó menos modificadas en las aristas, y raya difícilmente el vidrio.

Esta materia confundida por mucho tiempo con el rutilo, se diferencia de él como vemos por su sistema de cristalizacion; pero los ensayos químicos no manifiestan en él mas que óxido de titano con algunos indicios de manganeso y de hierro; no existe aun análisis completo.

Con arreglo á los ensayos puede juzgarse hasta ahora que la brookita es el rutilo, lo que el aragonito por ejemplo es á la caliza; es decir, que por ambas partes es la misma sustancia con formas diferentes. Seria posible que esta diferencia de forma correspondiera á las diferencias que se observan en las propiedades del ácido titánico segun la manera de que ha sido preparado y que le hace ya soluble, ya insoluble, etc. La brookita parece corresponder al ácido soluble porque algunas partículas echadas en ácido hidroclórico se han encontrado completamento disueltas al cabo de algunos dias; sin embargo, habiéndose repetido el ensayo con otras láminas no han sido atacadas aun despues de reducidas á polvo; de donde se sigue que habria quizá todavía algunas diferencias que observar en lo que se ha llamado *rutilo lameliforme*, cuyas variedades reunimos aquí.

Esta materia se encuentra sobre cuarzo ó en filones de materia clorítica con albita, anatasa, crictonita en las rocas cristalinas de los Alpes.

II ESPECIE.—ANATASA.

(*Oisanita, Octaedrita, Chorlo azul, Chorlo octaedro*).

Es una sustancia azul, algunas veces parduzca ó amarillenta cristalizada en octaedro agudo de base cuadrada; su peso específico es 3,82; raya ligeramente el vidrio; es fusible al soplete, y no presenta indicios de manganeso; da fácilmente el vidrio azul violado puro cuando se funde con la sal fosfórica.

Los ensayos químicos no indican en esta sustancia mas que titano oxidado; pero el color azul que presenta esta materia puede hacer suponer que está compuesta de peróxido de titano análogo á la materia azul que se obtiene introduciendo una barra de zinc en una disolucion hidroclórica de sobre titanato de potasa. Admitiendo esta idea se podria admitir tambien que los colores pardos, amarillentos ó rojizos que toman algunas veces los cristales, son tambien debidos á una sobreoxidacion; las investigaciones futuras afirmaran ó destruiran estas suposiciones.

Anatasa cristalizada. Se presenta en cristales octaedros, ya simples, ya modificados, algunas veces bastante complicados.

Esta sustancia se encuentra siempre en cristales, por lo comun pequeños, rara vez de 7 á 8 líneas de longitud, en las hendiduras de los granitos y de los micasquistos, algunas veces con cuarzo y clorita que las llenan, de lo cual se ven ejemplos en el Delfinado, en los Alpes, en los Pirineos, en Noruega, etc.; tambien se encuentra sobre fragmentos de cuarzo y micasquistos que forman parte de los aglomerados donde existe el diamante en el distrito de Minas-geraes, en el Brasil.

II GÉNERO.—TITANATO.

El principal carácter de este género, es que la disolucion de las materias que comprende, verificada despues del tratamiento con carbonato de sosa, contiene una ó mas bases en cantidad notable al mismo tiempo que el ácido titánico.

PRIMERA ESPECIE.—NIGRINA.

(*Titano oxidado ferrugineo, Hierro titanado, Iserina, Gregorita, Gallizinita, Arenas ferruginosas titaniferas*).

Es una sustancia negra, brillante en la fractura, que cristaliza en octaedros regulares y es atraible por el iman; generalmente se encuentra en forma de arenas cristalinas; su peso específico es de 3,26 á 4,89; raya ligeramente el vidrio; es infusible al soplete; su disolucion hidroclórica da despues de la precipitacion de una parte del ácido titánico, un precipitado abundante verdoso ó azulado por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Su composicion es una combinacion de ácido titánico y de protóxido de hierro, pero de la cual existen ciertamente varias especies que son hoy muy difíciles de establecer. Un análisis de Berthier, ha dado el resultado siguiente:

Acido titánico.	58,7
Protóxido de hierro.	36,0
Protóxido de manganeso. . .	5,3

lo cual da la fórmula simple f, Ti^2. Dos análisis de iserina por Rosse, presentan el resultado siguiente:

Iserina de Iserwiese.

Acido titánico	50,12
Protóxido de hierro. . . .	49,88

Iserina de Egersund.

Acido titánico.	48,46
Protóxido de hierro.	51,54

Resultados acordes entre sí, pero que dan la fórmula f^2 Ti^3 contraria á las bases generales reconocidas en la combinacion de los cuerpos oxigenados. Tal vez habria aquí una mezcla de dos especies f Ti^2 y f Ti, que por casualidad estarian en las proporciones definidas f Ti^2+f Ti.

Los titanatos de hierro se encuentran algunas veces en nidos diseminados en rocas graníticas como la gallizinita de Spessart en Franconia, la nigrina de Bodenmaiss en Baviera, de Egersund en Noruega y de los montes Urales en Siberia; en rocas talcosas en el Piamonte, Salzburgo y Bohemia; en calizas granosas ó laminosas subordinadas á los terrenos de cristalizacion en las islas de Setland y en Nueva Jersey; pero mas comunmente se encuentran en forma de arenas, que son indudablemente detritus de lavas, de basaltos, de traquitos, de rocas trapeanas y amigdaloides, y de esta manera existen en un gran número de lugares de Inglaterra, Francia, Hungría, Transilvania, Italia, Tenerife, Senegambia, Madagascar, Isla de Borbon, Botanybay, Martinica, Guadalupe, etc.

Estas arenas ferruginosas algunas veces son tan abundantes, que pueden usarse como minerales de hierro.

II ESPECIE.—CRICTONITA.

(*Hierro oxidulado titanado, Craitonita*).

Es una sustancia de color negro violado, comunmente metaloideo, que cristaliza en un romboedro agudo de 61° 20′ y 118° 45′; no es atraible por el iman; su peso específico es 4; raya ligeramente el vidrio; es infusible al soplete, y presenta en general los mismos caracteres químicos que la nigrina.

Está formada de ácido titánico y hierro, en proporciones aun desconocidas. La propiedad de no ser atraible por el iman distingue mucho esta sustancia de la mayor parte de las especies de nigrina, y no puede tener analogías sino con las variedades no atraibles que hemos citado.

Crictonita cristalizada. Se presenta en romboedros simples ó truncados, profundamente en el vértice.

Crictonita lameliforme. Se presenta en láminas groseramente exagonales, en cuyos bordes se advierten facetas en bisel, que pertenecen á romboedros rebajados; estas láminas se hallan á veces amontonadas confusamente unas sobre otras.

Esta sustancia, muy rara sobre todo en cristales regulares, se encuentra en las hendiduras de las rocas cristalinas de los Alpes con clorita, albita, axinita, etc. En el primer momento es fácil confundir la variedad lameliforme con el hierro oligisto; pero presenta un lustre y un tinte violeta que el mineralogista ejercitado nunca podrá confundir con el lustre metálico del hierro oligisto.

III ESPECIE.—POLIMIGNITA.

Es una sustancia negra, opaca, de lustre casi metálico, cristalizada en prismas rectangulares, mas ó menos modificados en las aristas laterales, y de fractura concoidea; su peso específico es 4,806; raya el feldspato; es infusible al soplete y atacable por el ácido nítrico cuando se halla reducida á polvo fino.

Es un titanato de zircona, de itria, etc., segun el análisis de Berzelius que ha dado el resultado siguiente:

Acido titánico..	46,3
Zircona.	14,4
Itria.	11,5
Cal.	4,2
Oxido de hierro.	12,2
Oxido de manganeso. . . .	2,7
Oxido de cerio.	5,0
Magnesia, potasa, sílice y óxido de estaño, indicios.	

Berzelius observa que los óxidos de hierro de manganeso de cerio, que aparecen en el análisis en estado de peróxido, se hallan probablemente en el mineral en estado de protóxido, y que este análisis no puede ser considerado sino como aproximativo, á causa de que por una parte dicho autor esperaba una composicion muy distinta de la que ha encontrado, y por otra no hay método para separar exactamente la zircona y el ácido titánico, la itria y el óxido de manganeso.

Este mineral muy raro, ha sido descubierto por Tank en una sienita zirconiana de Noruega, en la cual se halla diseminado. Las partes de la ganga que se hallan mas inmediatas son de color rojo; va acompañado de algunos granos de itrotantalita.

Apendice. *Achinita.* Con este nombre se designa una sustancia encontrada en sienitas en los montes Urales, y que se compone de las sustancias siguientes:

Acido titánico.	56
Zircona.	20
Oxido de cerio.	15
Cal.	3,8
Oxido de hierro. . . .	2,6
Oxido de zinc.	0,5

Esta materia es quizá la misma que Kupfer ha designado con el nombre de ihnenita, y que se ha considerado como muy análoga á la polimignita.

La ihnenita es una sustancia negra que se presenta en masas pequeñas compactas ó en prismas romboidales oblicuos, de fractura concoidea, y que obra ligeramente sobre la barra imantada; su peso específico es de 4,75 á 4,78; es infusible al soplete y atacable por el agua régia; se encuentra en un granito de mica negra, feldspato blanco, cuarzo craso, que contiene tambien zircoma como en los montes Urales, al pié del Ilmen.

IV ESPECIE.—PIROCLORA.

Es una sustancia de color pardo rojizo ó negruzco, que se vuelve amarillo verdoso por la calcinacion; cristaliza en un octaedro regular; su peso específico es de 4,206 á 4,216; raya la fluorina; es rayada por los feldspatos; su fractura es concoidea, y presenta un lustre entre vítreo y resinoso.

Su composicion es difícil de establecer; solo se ve que hay en ella, titanatos de cal, de manganeso, etc., aunque se ignora de qué órden; un análisis de Wohler, ha dado el resultado siguiente:

Acido titánico.	62,75
Cal.	12,85
Protóxido de manganeso. . .	2,75
Oxido de hierro.	2,16
Oxido de urano.	5,18
Oxido de cerio.	6,80
Oxido de estaño	0,61
Agua.	4,20

De aquí se puede deducir la fórmula Ca Ti^5, despreciando el resto como mezcla de materias en estado de peróxido; pero tomando estos peróxidos en consideracion, se deduce poco mas ó menos la fórmula (F, U, Ce) Ti^3+Ca Ti^5. Nada se puede sacar del

análisis considerando el hierro, el urano, etc., como en estado de protóxido.

Esta sustancia se encuentra tambien en una sienita zirconiana de Noruega, y se la ha indicado asimismo en el Ural.

III GÉNERO.

SILICO TITANATO.

ESPECIE ÚNICA.—ESFENO.

(*Titano silíceo calcáreo, Titanita, Pictita, Semelina, Spinelina, Ligurita*).

Es una sustancia vítrea de color claro, verdosa, amarillenta, ó de color oscuro, parda, rojiza, generalmente muy brillante; sus cristales se derivan de un prisma oblicuo romboídal de 133° 30′ y 46° 30′, cuya base se halla inclinada sobre los planos 121° 50′ próximamente; su peso específico es de 3,49 á 3,60; raya ligeramente el vidrio y es rayada por los feldspatos; se funde al soplete solo en los bordes en un vidrio oscuro; es atacable por el ácido hidroclórico, y su disolucion precipita por el amoniaco y despues por los oxalatos; el precipitado es soluble en los ácidos dejando un residuo silíceo, y la disolucion deja precipitar ácido titánico por la ebullicion.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ Si^6 + Ca\ Ti^6$, segun el análisis de Rosse que da en peso:

Acido titánico	48
Sílice.	33
Cal.	19

Si se compara esta composicion con los resultados obtenidos por Klaproth y Cordier, se verá cuánto hay que desconfiar de los antiguos análisis en que entra el óxido de titano.

Esfeno cristalizado. Se presenta en cristales muy variados á veces difíciles de descifrar, y que suelen ser muy agudos en forma de cuña; son prismas simples ó modificados en sus diferentes partes por octaedros oblicuos de diferentes géneros diversamente modificados.

Esfeno maclado. Se compone de grupos muy variados por la forma, el número, el ensanche y prolongacion de los cristales.

Esfeno laminar. Se presenta en masas pequeñas laminosas, amarillentas ó verdosas con la thallita.

El esfeno se halla coloreado accidentalmente por diversas materias por lo comun de verde, verde amarillento, ó amarillo verdoso por la thallita y la clorita, que se hallan diseminadas en él; tambien suele presentar color pardo, y este se encuentra particularmente en cristales diseminados en las rocas sieníticas ó graníticas.

El esfeno es en general una sustancia de los terrenos cristalinos, en los cuales se halla unas veces diseminado y otras encerrado en hendiduras. Existe en el granito alpino al pié del Monte Blanco, en Chamouni y en el Delfinado; abunda sobre todo en los micasquistos alpinos, ó mas bien en los nidos cloritosos que contienen en las rocas talcosas subordinadas; se encuentra aunque quizá con menos abundancia en las rocas de granito, de gneiss y de micasquisto de Noruega, Suecia, y Estados norte-americanos de Maryland y Pensilvania; en las masas metalíferas que los atraviesan; en rocas anfibólicas subordinadas en Francia, Tyrol, Baviera y Estados-Unidos; en rocas feldspáticas con cuarzo, piroxena y grafito, en un lago de la América septentrional, y en las calizas subordinadas de varias localidades de dicho país de Suecia, Noruega y Finlandia. Existe ordinariamente en cristales pequeños pardos en varias sienitas y granitos sieníticos de Francia, Escocia, Noruega, Suecia, Moravia, Sajonia, y Estado de Maryland en América. Finalmente, se encuentra en los depósitos que todos los naturalistas consideran como de orígen ígneo, á saber: en los traquitos, en las fanolitas basálticas, y en los productos volcánicos mas modernos, donde ha recibido los nombres de semelina y espinelina.

Apendice. Beudant dice que no sabe si se deba colocar aquí, ó inmediato á la cererita, un mineral de Coromandel, vítreo, de un color pardo negruzco, que contiene á la vez ácido titánico, óxido de cerio, etc., que ha sido traido por Leschenault, y del cual Laugier ha sacado por el análisis:

Acido titánico.	8,0
Sílice.	19,0
Oxido de cerio.	36,0
Oxido de hierro. . . .	19,0
Oxido de manganeso. . .	1,2
Cal.	8,0
Agua.	11,0

Los óxidos de cerio, de manganeso y hierro, se han obtenido en estado de peróxido; pero probablemente los protóxidos son los que se encuentran en el mineral, lo que hace presumir el aumento de peso.

No puede decirse con seguridad actualmente si este es un sílico-titanato, ó un silicato hidratado de cerio mezclado con Rutilo. La materia es sin embargo bastante homogénea, para que no se pueda suponer una mezcla.

FAMILIA DE LOS TANTALIDOS.

Estos son cuerpos que dan por la fusion con el carbonato de sosa, una sal soluble en el agua, cuya disolucion precipita por la adicion del ácido nítrico, un polvo blanco, que no da ningun color al vidrio del bórax ó á la sal fosfórica.

Los tantalatos estan algunas veces mezclados con tungstatos, y entonces el precipitado que se obtiene contiene ácido tungstico, y colora mas ó menos fuertemente los vidrios de bórax y de la sal fosfórica. Para evitar el error que se podria entonces cometer, es necesario hacer digerir el precipitado en el hidrosulfato de amoniaco que disuelve el ácido tungstico.

Las sustancias que contiene esta familia, son poco numerosas, y muy raras en las colecciones. No hay mas que una que ofrezca cristales regulares; todas las demás son amorfas. Son materias de color sombrío, frecuentemente con brillo semi-metálico, que se encuentran en muy cortas cantidades, y forman nidos pequeños en los depósitos de pegmatitas ó en los micasquistos.

GÉNERO ÚNICO.

TANTALATO.

PRIMERA ESPECIE.—COLUMBITA.

(*Tantalita de Suecia, Tántalo oxidado, Tántalo oxidado ferro-manganesífero*).

Es una sustancia negruzca; ligeramente metaloí-

dea, que presenta cristales poco visibles, y probablemente derivados de un prisma romboidal oblicuo; raya difícilmente el vidrio; es infusible al soplete; da una frita verde con el carbonato de sosa (indicios de óxido de manganeso), y un vidrio amarillento (indicio del óxido de hierro), por la fusion con el bórax ó la sal fosfórica.

Su composicion se expresa por la fórmula $f\ Ta^3 + mn\ Ta^3$, ó quizá $(f, mn)\ Ta^3$, mas ó menos mezclado con estannato de cal, de hierro, etc., y algunas veces de tungstato de las mismas bases, segun los análisis de Berzelius que han dado:

Columbita comun de Kimbito.

Acido tantálico.	83,2
Protóxido de hierro.	7,2
Protóxido de manganeso.	7,4
Oxido de estaño.	0,6
Cal, indicios.	

Columbita de Fimbo.

Acido tantálico.	66,99
Protóxido de hierro.	7,06
Protóxido de manganeso.	7,44
Cal.	2,40
Oxido de estaño.	16,75

Columbita de Broodbo.

Acido tantálico.	68,22
Acido tungstico.	6,19
Protóxido de hierro.	8,60
Protóxido de manganeso.	6,62
Cal.	1,19
Oxido de estaño.	8,26

Se ve que en el primer análisis la sustancia es sensiblemente pura; que en el segundo se encuentra un estannato de la fórmula $(Ca, f, mn)\ St^2$, que se observa igualmente en la tercera, y que esta contiene ademas un tungstato de la fórmula $(f, mn, Ca)\ W^3$.

Columbita cristalizada. Se presenta en cristales mal conformados que parecen ser prismas oblicuos romboidales.

Columbita amorfa. Se presenta en nidos pequeños implantados en las pegmatitas.

La columbita es una sustancia diseminada que pertenece particularmente á los depósitos de pegmatitas; no se ha encontrado aun sino en corta cantidad, en un pequeño número de lugares, como en Kimito en Finlandia; Broodbo y Fimbo cerca de Fahlun, con la albita y el topacio pyrofisalita, y en el Connecticut.

II ESPECIE.—BAIERINA.

(*Tantalita de Baviera*, *Tántalo oxidado*, *Tántalo oxidado ferro-manganesifero*).

Es una sustancia negro-parduzca, ligeramente metaloidea; cristaliza en prisma rectangular recto; su peso específico es 6,03; raya ligeramente el vidrio; es infusible al soplete, y presenta inmediatamente todos los caracteres de la especie anterior.

Su composicion se expresa por la fórmula $3\ f\ Ta^2 + mn\ Ta^2$, ó quizá $(f, mn)\ Ta^2$, mezclado con estannatos de las mismas bases.

Análisis de Vogel.

Acido tantálico.	75
Protóxido de hierro.	17
Protóxido de manganeso.	5
Oxido de estaño.	1

Berzelius ha adoptado la fórmula $4\ f\ T^2 + mn\ T^2$, fundado en el análisis de Dumin-Borkowsky, que ha dado:

Acido tantálico.	75
Protóxido de hierro.	20
Protóxido de manganeso.	4
Oxido de estaño.	0,5

No se sabe á punto fijo cuál es la verdadera. Pero la incertidumbre desaparece cuando no se considera la materia como una sal doble, y solo se la mira como una mezcla de dos sales isomorfas. Los dos análisis conducen en efecto á la fórmula $(f, mn)\ Ta^2$, muy diferente de la fórmula de la especie anterior, considerada asimismo como una mezcla de sales simples.

Baierina cristalizada. Se presenta en prismas rectangulares, ordinariamente modificados sobre las aristas y los ángulos.

Esta materia se encuentra diseminada en un micasquisto y acompaña á la cordierita, en Baviera.

III ESPECIE.—ITTROTANTALO.

(*Tántalo oxidado yttrifero*).

Es una sustancia negra parduzca ó amarillenta, de polvo gris-ceniciento-verdoso; es amorfa; raya difícilmente el vidrio, y es rayada por un punzon de acero; su peso específico es de 5,395 á 5,88; da un poco de agua por la calcinacion; volviéndose amarilla, si primitivamente era negra, y blanqueando al calor rojo con corrosion del vidrio: la disolucion ácida del residuo del tratamiento por el carbonato de sosa, da por la sosa un precipitado atacable por el carbonato de amoniaco.

Su composicion se expresa por la fórmula Yta, mas ó menos mezclado con tantalato de cal, tantalato y tungstato de peróxido de hierro y de urano, ó tungstato, ferrato, uranato de cal y de itria, segun los análisis de Berzelius:

Ittrotantalo amarillo.

Acido tantálico.	59,50
Itria.	24,90
Cal.	3,29
Peróxido de hierro.	2,72
Oxido de urano.	3,23
Acido tungstico.	1,25

Ittrotantalo negro.

Acido tantálico.	57,00
Itria.	20,25
Cal.	6,25
Acido tungstico.	8,25
Peróxido de hierro.	3,50
Oxido de urano.	0,50

Ittrotantalo pardo.

Acido tantálico.	51,815
Itria.	38,515
Cal.	3,260
Peróxido de hierro.	0,555
Oxido de urano.	1,111
Acido tungstico conteniendo óxido de estaño.	2,592

Se ve que estas materias estan muy mezcladas con tantalatos de diversas bases, y tungstatos de diversos órdenes de composicion.

Se ha indicado el yttrotántalo en prismas romboidales; pero lo mas comunmente, esta sustancia, por otra parte tan rara como todas las materias tantalíferas, es amorfa, y está en pequeños nidos diseminados

en las pegmatitas, en Ytterby, Fimbo, Korarfsberg en Suecia, y en Groenlandia.

APENDICE *Tantalito pardo-canela de Kimito.* Es una sustancia de color pardo oscuro, que da un polvo pardo de canela.

El análisis de Berzelius ha presentado un aumento de peso muy considerable, y refiriendo al estado de protóxido, los óxidos de hierro y de manganeso que se obtienen en el de peróxidos, queda todavía un exceso de peso, que no puede evidentemente tener lugar sino por oxidacion del cuerpo electro-negativo; de donde se sigue que existia en el compuesto óxido de tántalo, que ha pasado á ser ácido tantálico.

Corrigiendo así este error, se ve que el análisis de Berzelius debe transformarse en el siguiente:

Acido tantálico.	21,22
Oxido de tántalo.	61,86
Protóxido de hierro. . . .	12,94
Protóxido de manganeso. . . .	1,61
Cal.	0,56
Oxido de estaño.	0,80
Sílice.	0,72

lo que daria desde luego un tantalito de hierro mezclado con tantalato $(f, mn)\ Ta^5$, y con estannato $(Ca, mn)\ St$, siendo la parte dominante el tantalito, y de la fórmula $f\ ta^2$.

Esta composicion es causa de que muchos mineralogistas, hayan desechado el nombre de tantalito aplicado generalmente á las especies anteriores, y que hemos adoptado para las de columbita y baicrina. Si se procediese de otro modo, resultaria una confusion, porque, segun la manera de discutir el análisis de la sustancia que nos ocupa, seria necesario hacer un género tantalito (combinacion del ácido tantaloso ú óxido de tántalo), cuyo nombre se confundiria entonces con el de una especie del género tantalato.

FAMILIA DE LOS TUNGSTIDOS.

SON cuerpos que dan por la fusion con el carbonato de sosa, una sal soluble en el agua cuya solucion precipita por la adicion del ácido nítrico, un polvo que se vuelve amarillo por la ebullicion del licor azul cuando se le deposita sobre una lámina de zinc y que da al fuego de reduccion un vidrio amarillo parduzco con el bórax, y un vidrio azul con la sal fosfórica.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—ÁCIDO TUNGSTICO.

Es una sustancia amarilla, pulverulenta, ó en pequeñas masas friables, que presentan fractura concoidea, su peso específico es 6; es infusible al soplete; da inmediatamente un vidrio azul con la sal fosfórica; inatacable por los ácidos, pero soluble en los álcalis caústicos.

Su composicion se expresa por la fórmula $W^2\ Ox^3$, ó en peso:

Oxígeno.	20,23
Tungsteno..	79,77
	100,00

Esta materia se encuentra en la superficie del wolfram, algunas veces de la scheelita, ó en nidos en la inmediacion de estas materias, en el Conneticut y en Bohemia.

II GÉNERO.—TUNGSTATO.

PRIMERA ESPECIE.—WOLFRAM.

(*Schelin ferrugineo, Tungstato de hierro y de manganeso, Spuma de Lufi*).

Es una sustancia negra, de lustre semimetálico, de polvo pardo ó amarillento; cristaliza en prisma rectangular oblícuo, cuya base está inclinada al eje 117° 22′; exfoliable paralelamente á sus caras y á sus diagonales; su peso específico es 7,3; raya la fluorina, es fusible al soplete en una bola negra de superficie cristalina; cae en polvo sobre la hoja de platino cuando se la trata con la sosa, y ofrece indicios de óxido de manganeso; da con el bórax un vidrio amarillo (indicio del óxido de hierro), y con la sal fosfórica un vidrio rojo oscuro al fuego de reduccion; este efecto se verifica siempre que el ácido tungstico contiene óxido de hierro.

Su composicion se expresa por la fórmula $3\ f W^3 + mn\ W^3$ ó quizá $(f, mn)\ W^3$; segun el análisis de Berzelius que ha dado el resultado siguiente:

Acido tungstico.	78,775
Protóxido de hierro. . . .	18,320
Protóxido de manganeso. . .	6,220
Sílice.	1,250

Wolfram cristalizado. Se presenta en prismas rectangulares ó romboidales modificados en las aristas y en los ángulos.

Wolfram bacilar. Se presenta en cristales agrupados, desfigurados por su presion mutua.

Wolfram laminar. Se presenta en masas compuestas de hojas planas ó curvas ó de láminas entremezcladas.

El wolfram pertenece á los terrenos de cristalizacion principalmente á las pegmatitas y á los gneiss donde se encuentra implantado en masas ó filones manganesíferos; pero tambien se encuentra en diferentes criaderos metalíferos, principalmente en los de estaño que pertenecen al mismo género de terrenos. Existe en un crecido número de localidades de Francia, Cornwall, Escocia, condado de Harz, Sajonia, Bohemia, Suecia, Siberia y América septentrional.

Del wolfram se extrae el ácido tungstico para el uso de los laboratorios.

II ESPECIE.—SCHEELITA.

(*Schelin calizo, Wolfram blanco, Mina de estaño blanca, Piedra pesada, Tungsteno blanco, Tungstato de cal*).

Es una sustancia blanca ó accidentalmente amarilla, vítrea, que cristaliza ó se exfolia en un octaedro de base cuadrada; su peso específico es 6,076; raya la fluorina y es rayada por el vidrio; se funde con dificultad al soplete, dando un vidrio transparente; el ácido nítrico la ataca lentamente y deja un resíduo de ácido tungstico; su disolucion precipita abundantemente por los oxalatos.

Su composicion se expresa por la fórmula $Ca\ W^3$; y sus análisis han dado los resultados siguientes:

Scheelita de Suecia, por Berzelius.

Acido tungstico.	80,417
Cal.	19,400

Scheelita de Huttingtown, por Bowen.

Acido tungstico.	76,05
Cal.	19,36
Oxido de hierro.	1,03
Oxido de manganeso.	0,03
Sílice.	2,54

Scheelita cristalizada. Se presenta en octaedros mas ó menos rebajados, simples ó modificados.

Scheelita amorfa. Se presenta en masas vítreas blancas, frecuentemente susceptibles de exfoliaciones.

La scheelita menos comun que el wolfram, parece pertenecer en general á la misma época geológica; se la encuentra en efecto en la pegmatita ó en los depósitos estaminíferos en varios puntos de Sajonia, Bohemia y Cornwall. Tambien se la cita en criaderos de minerales de hierro, en depósitos bismulíferos, y en algunas rocas alpinas.

III ESPECIE.—SCHEELITINA.

(*Tungstato de plomo*).

Es una sustancia amarillenta ó verdosa, que cristaliza en un octaedro agudo de base cuadrada; su peso específico es 8; es rayada por el espato fluor; es fusible al soplete dando óxido de plomo sobre el carbon y glóbulos de plomo metálico con la sosa.

Su composicion se expresa por la fórmula $Pb\ W^3$, ó en peso:

Acido tungstico.	52
Oxido de plomo.	48

Esta sustancia muy rara todavía, forma cristales muy pequeños, y no se encuentra mas que en las minas de estaño, de Zinwald en Bohemia; tiene una gran analogía con la scheelita de la cual parece isomorfa.

FAMILIA DE LOS MOLIBDIDOS.

Los cuerpos que comprende esta familia, dan por la fusion con el carbonato de sosa, una sal soluble en el agua, cuya disolucion precipita por la adicion del ácido nítrico, un polvo que permanece blanco por la ebullicion, se vuelve azul cuando se le deposita sobre una barra de zinc, y forma un vidrio de color verde esmeralda con la sal fosfórica al fuego de reduccion.

PRIMERA ESPECIE. — ÁCIDO MOLIBDICO.

(*Molibdeno oxidado*).

Es una sustancia amarilla, pulverulenta, que forma un ligero barniz sobre la molibdenita; es fusible al soplete con humo blanco, y tratada sobre el carbon se introduce en él, y se halla reducida en parte á metal que puede recobrarse lavando dicho carbon; da inmediatamente un vidrio verde con la sal fosfórica.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	33,39
Molibdeno.	66,61
	100,00

pero contiene en estado de mezcla un poco de óxido de hierro.

Esta materia no existe mas que en muy corta cantidad en la naturaleza, y se encuentra en la superficie del sulfuro molibdenita en diferentes localidades de Sajonia, Noruega, Escocia y otros paises. Parece que se encuentra mas bien con la molibdenita que existe en los criaderos metalíferos, que sobre la que forma masas en las rocas cristalinas.

II ESPECIE.—MELINOSA.

(*Plomo molibdatado, Plomo amarillo*).

Es una sustancia amarilla, en cristales que se derivan de un prisma de base cuadrada, cuya altura y lado son poco mas ó menos como los números 32 y 41; su peso específico es de 6,698 á 6,760; es frágil y se deja rayar por la fluorina; es fusible al soplete sobre el carbon dando glóbulos de plomo; es atacable por el ácido nítrico dejando residuo; su disolucion da láminas de plomo sobre una barra de zinc, y se vuelve azul, ya en sí misma, ya en el residuo.

Su composicion se expresa por la fórmula $Pb\ Mo^3$, segun los análisis de Klaproth y Gœbel, que han dado los resultados siguientes:

Análisis de Klaproth.

Acido molibdico.	34,25
Oxido de plomo.	64,42

Análisis de Gœbel.

Acido molibdico.	41,8
Oxido de plomo.	58,1

Melinosa cristalizada. Se presenta en prismas cuadrados ordinariamente muy cortos, simples ó modificados en las aristas y en los ángulos, ó en octaedros rebajados, simples ó modificados de diferentes modos.

Melinosa lameliforme. Se presenta en láminas cristalinas obliteradas en la superficie de las gangas, ó agrupadas unas sobre otras.

La melinosa es una sustancia de los criaderos metalíferos, y particularmente de los minerales de plomo. Durante mucho tiempo no se conocia mas que en Carintia, de donde se sacaban la mayor parte de los ejemplares; pero hoy se la cita en otras muchas localidades de Sajonia, Tyrol, Transilvania, Escocia y América, si bien no puede asegurarse que sean ciertas todas estas citaciones.

Apendice. *Molibdato de plomo de Pamplona*, en la América meridional, Boussingault ha hecho el análisis de una sustancia que se presenta en pequeñas concreciones amarillas que tiran á verde, de un peso específico de 6,00, y en la cual se ha encontrado por el análisis lo siguiente:

Acido molibdico.	10,0
Oxido de plomo.	47,4
Carbonato de plomo. . . .	17,5
Cloruro de plomo.	6,6
Fosfato de plomo	5,4
Cromato de plomo.	3,6
Ganga.	7,6

donde se ve que en estas mezclas complicadas parece existir un molibdato de plomo muy diferente del anterior, que deberia formar una especie particular de la fórmula *Pb Mo*.

FAMILIA DE LOS CROMIDOS.

Esta familia comprende cuerpos que dan por la fusion con el carbonato de sosa, que algunas veces hay necesidad de mezclar con nitro para oxidarlos, una sal soluble en el agua, cuya disolucion da un precipitado rojo por el nitrato de plata, y amarillo por el nitrato de plomo. Todos estos cuerpos dan con la sosa, sobre todo añadiéndoles un poco de nitro, una frita amarilla al fuego de oxidacion, y verde al fuego de reduccion.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—ÓXIDO CRÓMICO.

(*Cromo oxidado*).

Es una sustancia verde, terrosa ó mezclada con materia colorante en cuarzo, pedernal, etc.; es infusible al soplete; blanquea y da con el bórax un vidrio de color verde hermoso.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno	29,89
Cromo	70,11
	100,00

Esta sustancia que hasta ahora no se ha encontrado mas que en los terrenos de cristalizacion, se encuentra algunas veces pura, pero mas comunmente mezclada con materias silíceas, feldspáticas, serpentinosas ó dialágicas.

II GÉNERO.—CROMITO.

ESPECIE ÚNICA.—EISENCROMA.

Es una sustancia negra, de lustre metaloideo, que cristaliza en un octaedro regular, y no es atraible por el iman; su peso específico es 4,498; raya el vidrio y es rayada por los feldspatos; es infusible al soplete, pero se vuelve atraible por el iman; la disolucion nítrica del residuo del tratamiento por la sosa, da un precipitado azul abundante por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Probablemente existen varias combinaciones diferentes de óxido de cromo, de peróxido de hierro y de alúmina en las sustancias que se reunen en esta especie, segun los análisis mas conocidos, que han dado los resultados siguientes:

Eisencroma de Schetland, por Thompson.

Oxido de cromo.	56
Peróxido de hierro.	31
Alúmina.	13

Eisencroma de Siberia, por Laugier.

Oxido de cromo.	53
Peróxido de hierro.	34
Alúmina.	11
Oxido de manganeso. . . .	1
Sílice.	1

Eisencroma de Chester, por Seycert.

Oxido de cromo. . . .	51,562
Peróxido de hierro. . .	35,140
Alúmina.	9,723
Oxido de manganeso. .	indicios.
Sílice.	2

Eisencroma de Kieglack, por Klaproth.

Oxido de cromo. . .	55,5
Peróxido de hierro. . .	33,0
Alúmina.	6,0
Sílice.	2,0

Estos análisis y los tres primeros sobre todo, conducen á la fórmula $(F, A)\ Cr$ ó quizá $2\ F\ Cr + A\ Cr$.

Pero existen otros que conducen á fórmulas difetes, á saber:

Eisencroma de Santo Domingo, por Berthier.

Oxido de cromo. . . .	36,0
Peróxido de hierro. . .	37,0
Alúmina.	21,5
Sílice.	5,0

Eisencroma de Var, por Vauquelin.

Oxido de cromo. . . .	43,7
Peróxido de hierro. . .	34,7
Alúmina.	20,3
Sílice.	2,0

lo que da la fórmula $F^2\ Cr + A^2\ Cr$ ó $(F, A)^2\ Cr$.

En fin, dos análisis de la eisencroma de Baltimore en los Estados-Unidos, y de Ræras en Noruega, conducen aun á otras dos fórmulas, y son:

Eisencroma de Baltimore.

Oxido de cromo. . . .	39,514
Peróxido de hierro. . .	36,004
Alúmina.	13,002
Sílice.	10,596

De Ræras.

Oxido de cromo. . . .	54,080
Peróxido de hierro. . .	25,661
Alúmina.	9,020
Magnesia.	5,357
Sílice.	4,833

La primera daria la fórmula $(F, A)^3\ Cr^2$, y la segunda $(F, A)^3\ Cr^4$.

Eisencroma cristalizada. Se presenta en octaedros muy pequeños bajo la forma arenosa.

Eisencroma amorfa. Se presenta en nidos ó riñones de testura laminar, granular ó compacta.

Eisencroma arenosa. Se presenta en arenas mas ó menos finas, mezcladas con diversas materias.

Esta sustancia parece encontrarse en general en rocas de serpentinas, donde forma nidos ó masas mas ó menos voluminosas, como en el departamento de Var,

en Styria, Silesia, á orillas del Viasga en los montes Urales, en las islas Hébridas, y en Baltimore, Connecticut y Nueva Jersey. Tambien se la conoce en forma de arenas y segun parece se la ha confundido frecuentemente con titanatos ferruginosos no magnéticos.

Se usa esta materia para fabricar con ella cromato de potasa, por medio de la coccion se prepara el cromato de plomo, color amarillo muy hermoso que se usa en pintura y aun en tintorería preparando las telas con acetato de plomo é introduciéndolas en seguida en el baño de cromato. Tambien se hace con ella el óxido verde que se usa para pintar sobre esmalte ó porcelana.

III GÉNERO.—CROMATO.

PRIMERA ESPECIE.—CROCOISA.

(*Plomo cromatado, Plomo rojo*).

Es una sustancia de color rojo naranjado que cristaliza en prismas oblicuos romboidales de 93° 30′ y 86° 30′ y cuya base está inclinada sobre las caras 99° 10′; su peso específico es 6,60; es frágil y se deja rayar por el espato fluor; es fusible al soplete sobre el carbon que se cubre entonces de óxido de plomo, y da granos de plomo con el carbonato de sosa; es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion da un precipitado rojo por el nitrato de plata y láminas de plomo sobre una barra de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $Pb\ Cr^3$ segun el análisis de Berzelius que ha dado el resultado siguiente:

Acido crómico. .	31,5
Oxido de plomo.	68,5

Crocoisa cristalizada. Se presenta en prismas romboidales modificados de diferentes maneras y terminados por vértices diedros.

Crocoisa cilindroidea. Se presenta en cristales desfigurados, aislados ó agrupados unos sobre otros.

Crocoisa terrosa. Se presenta en forma de un polvo que parece proceder de la desagregacion de los cristales.

Esta sustancia se encuentra en venas, en rocas granulares micáceas, auríferas, con galena, óxido de hierro, etc. Se la conoce desde hace mucho tiempo en Berzof de Siberia, y despues se ha indicado tambien en Congonhas do Campo en el Brasil.

Esta materia se usó mucho en un principio en estado natural para la pintura y esto es lo que dió la idea de fabricarla como hemos dicho mas arriba con los cromitos de hierro que son mas abundantes.

APENDICE. Andrés del Rio, asegura haber reconocido en un cromato de plomo de Zimapam en Méjico, la composicion siguiente:

Acido crómico.	14,80
Oxido de plomo.	80,72

lo que indicaria la fórmula $Pb\ Cr$, y deberia por consiguiente formar una especie particular.

II ESPECIE.—VAUQUELINITA.

(*Plomo cromatado*).

Es una sustancia verde de diversas tintas; y en pequeñas agujillas que parecen ser prismas romboidales; su peso específico es de 6, 8 á 7, 2; es frágil y se deja rayar por la fluorina; es fusible al soplete sobre el carbon, con produccion de espuma y de pequeños granos de plomo. Es atacable por el ácido nítrico, y su disolucion presenta los caracteres del ácido crómico, dando indicios de cobre sobre una lámina de hierro, al mismo tiempo que laminillas de plomo sobre la barra de zinc.

Su composicion se expresa por la fórmula $2\ Pb\ Cr^2 + Cu\ Cr^2$, segun el análisis de Berzelius que ha dado el resultado siguiente:

Acido crómico..	28,33
Oxido de plomo.	60,87
Oxido de cobre.	10,80

La vauquelinita se encuentra en Berezof con el cromato de plomo; tambien se la indica en el Brasil.

FAMILIA DE LOS URANIDOS.

Los cuerpos comprendidos en esta familia son sustancias atacables por el ácido nítrico; su disolucion amarilla, precipita en rojo pardo por el hidrocianato ferruginoso de potasa; este precipitado (ó las sustancias mismas) da con la sal fosfórica, un vidrio de color amarillo de paja, al fuego de oxidacion, y verde al fuego de reduccion.

Los sulfatos y fosfatos de urano, donde este hace las veces de base, se conducen del mismo modo, pero se les distinguirá con los caracteres que presentan las familias de los sulfuridos y fosforidos.

PRIMERA ESPECIE.—PECURANO, URANO OXIDULADO.

Es una sustancia negruzca, de lustre grasiento, semi-metaloidea, y que raya difícilmente el vidrio; su peso específico es 6,46.

Es infusible al soplete; colora la llama de verde; es atacable por los ácidos, y su disolucion da frecuentemente indicios de plomo por los reactivos, independientemente de los de urano.

Su composicion en peso es:

Oxígeno. . .	3,56
Urano. . . .	96,44

pero frecuentemente mezclado con materias extrañas como lo indican los dos análisis siguientes:

Pechurano, por Klaproth.

Protóxido de urano. . .	86,5
Oxido de hierro. . . .	2,5
Sulfuro de plomo. . .	6,0
Sílice.	5,0

Pechurano, por Pfaff.

Protóxido do urano. . .	84,52
Oxido de hierro. . . .	8,24
Oxido de cobalto. . . .	1,42
Sulfuro de plomo. . .	4,20
Sílice.	2,02

Esta sustancia que no es conocida sino en masa compacta ó testácea, se encuentra en depósitos argentíferos y auríferos de Bohemia y Sajonia, ó en depósitos estanníferos como en Cornwall.

Sirve para la preparacion de los óxidos de urano, que se emplean en los laboratorios.

II ESPECIE.—URACONISA.

(*Urano oxidado hidratado, Hidróxido de urano*).

Es una sustancia amarilla, pulverulenta, que da agua por la calcinacion; es atacable por los ácidos, y da entonces los caracteres de las disoluciones de urano.

Su composicion en peso, es la siguiente.

Oxígeno. . . .	5,24
Urano. . . .	94,76
Agua. . . .	x
	100+x

No se ha hecho un análisis rigoroso de esta materia.

Esta sustancia se encuentra en la superficie de los fragmentos de la especie anterior, y por consiguiente pertenece á los mismos depósitos.

FAMILIA DE LOS MANGANIDOS.

Estos cuerpos dan todos mas ó menos cloro por la accion del ácido hidroclórico; presentan por la fusion con el carbonato de sosa, una frita verde, soluble en el agua, la que coloran en verde y dejan despues precipitar un óxido pardo. No ofrecen por lo demás, indicio alguno de los otros cuerpos electro-negativos, que sirven de tipos á las familias.

Todas las sustancias manganesianas, presentan los mismos caracteres con la sosa; pero la accion del ácido hidroclórico distingue eminentemente las que pertenecen á la familia que nos ocupa; entre todas las otras, no hay mas que el silicato de pesillo, y el silicato marcelina que produzcan el mismo efecto. Cada una ofrece al mismo tiempo otros caracteres que hacen reconocer los diferentes géneros de familias á que pertenecen, tales son: los silicatos, carbonatos, sulfuros, sulfatos, fosfatos, tantalatos y tungstatos.

Esta familia se compone hoy dia de muchas especies que se han confundido por mucho tiempo unas con otras, pero que se distinguen eminentemente por su composicion, por sus caracteres químicos, su propiedad relativamente á las artes, y casi todas tambien por sus importantes caracteres exteriores. Unas pertenecen al sistema prismático cuadrado, otras al sistema prismático rectangular recto; todas tienen mas ó menos lustre metaloideo ó vítreo-metaloideo cuando estan cristalizadas, y hay algunas en que este lustre es muy vivo y muy caracterizado.

Bajo el aspecto de la composicion, estas materias no son otra cosa, que diversos óxidos de manganeso, simples ó hidratados, ó manganitos de protóxido de manganeso, de barita ó de zinc.

Algunas de estas materias son bastante raras en la naturaleza, y estan diseminadas ó en nidos en los depósitos que forman las otras. Estas contienen masas mas ó menos considerables que se hallan ya en terrenos de cristalizacion, ya en los de sedimento. Se les conoce en un gran número de lugares; en los granitos de diversas épocas, ó en las rocas que á ellos se refieren, como en San Juan de Gardoneque en las Cévennas, en Francia y en San Marcelo en el Piamonte; en las eufótidas, en el país de Génova, en el grés rojo, en varios puntos de Francia y de las provincias prusianas del Rhin; en Cuenca de Méjico; en los pórfidos que dependen de él como en Harz; en las calizas superiores cerca de etndgard, y en las calizas jurásicas de varios puntos de Francia. Se citan otras muchas localidades en los autores sin indicacion especial del terreno en que se hallan enclavadas estas materias, como en Inglaterra, Turingia, Harz, Sajonia y Bohemia. Se encuentran casi por todas partes en los depósitos ferruginosos, particularmente con la hematites parda y en algunos lugares en mucha abundancia.

Los minerales de manganeso, se explotan con actividad en muchos lugares para el consumo de las artes; se les emplea para preparar el oxígeno en los laboratorios; para purificar el vidrio blanco de algunas materias que la coloran, y que son destruidas por el oxígeno que se desprende de las materias manganesianas á una temperatura elevada. Pero su uso mas importante, es para la preparacion del cloro ó del agua de javel en las fábricas de telas pintadas, y en los establecimientos de blanqueo. En todos estos casos no es indiferente usar tal ó cual especie de mineral, porque hay alguna que á causa de su composicion, no da oxígeno en su calcinacion, otras que no pueden dar sino una corta cantidad; y en cuanto al desprendimiento del cloro, la diferencia es tambien muy grande, por cuya razon debe emplearse el peróxido mas particularmente; las otras especies supuestas en estado de pureza, son infinitamente inferiores y tienen tambien mucha menos estimacion en el comercio

PRIMER GÉNERO.

MANGANOXIDO.

PRIMERA ESPECIE.—PYROLUSITA.

(*Manganeso oxidado metaloideo, Peróxido de manganeso*).

Es una sustanciă de lustre metálico, de color gris de acero ó gris de hierro, y polvo negro; cristaliza en prisma romboidal oblícuo, exfoliable paralelamente á sus planos y á la pequeña diagonal; su peso específico es de 4,82 á 4,94 raya la caliza; es infvsible al soplete y adquiere un color pardo rojo á un fuerte fuego de reduccion, produciendo una viva efervescencia, cuando se le funde con el vidrio del bórax, á causa del oxígeno que se desprende.

Su composicion es la de un peróxido de manganeso que contiene en peso:

Oxígeno.	35,99
Manganeso. . . .	64,01

segun las investigaciones de Berthier y de Turner que han dado los resultados siguientes:

Análisis por Turner.

Oxido rojo de manganeso.	86,055	Peróxido.	97,835
Oxígeno.	11,780		
Barita.			0,532
Agua.			1,120
Sílice.			0,513

Análisis por Berthier.

Oxido rojo de manganeso.	82,3	Peróxido.	93,8
Oxígeno.	11,5		
Peróxido de hierro.			1,0
Agua.			1,2
Materia pétrea.			4,0

Pyrolusita cristalizada. Se presenta en prismas de ocho planos comunmente agudos terminados por vértices diedros mal configurados que corresponden á los ángulos sólidos agudos. Casi todos los cristales que se han referido al manganeso metaloideo, pertenecen al nanganito.

Pyrolusita bacilar. Presenta los mismos cristales desfigurados por la presion mutua, y agrupados en masas gruesas de fibras divergentes ó entrelazadas.

Pyrolusita mamelonada. Forma masas mamelonadas compuestas de fibrillas divergentes y radiadas.

Pyrolusita granosa ó compacta. Se presenta en masas amorfas, cuya tortura es granugienta compacta ó terrosa; algunas veces estas masas estan llenas de cavidades.

Pyrolusita terrosa. Se presenta en masas terrosas negras que manchan los dedos, y ordinariamente en las cavidades de la variedad anterior ó en las de otras especies.

La pirolusita es el mineral de manganeso mas comun, el que forma mayores masas en la superficie de la tierra. Se encuentra en los terrenos de cristalizacion ó en las materias sedimentosas que les siguen inmediatamente, y forma depósitos mas ó menos considerables. Es sin embargo difícil citar hoy las localidades á causa de la division de estos minerales en varias especies sin exponerse á confundirlo todo: por esto hemos hecho una reseña de los lugares conocidos en las generalidades. Hasta que no se hayan ensayado todos los minerales de los depósitos conocidos, no se pueden citar positivamente mas que los de Crettnick cerca de Saarbruck en una de las provincias prusianas del Rhin, de Calveron en el departamento del Aude en Francia, y de Timor.

Esta especie es la que puede ser mas importante para las artes, puesto que conteniendo una cantidad mayor de oxígeno, desprende mas por la accion del calor y puede dar mas cloro con el ácido hidroclórico. Es la que deberia ser mas buscada en el comercio si hubiese siempre donde elegir.

II ESPECIE.—BRAUNITA.

(*Manganeso oxidado friable, Manganeso hidratado cristalizado*).

Es una sustancia de color negro parduzco oscuro, de lustre vítreo-metaloideo y polvo pardo; cristaliza en octaedros de base cuadrada cuyos ángulos son de 109° 50′ y 108° 39′; su peso específico es 4,818; raya los feldspatos, y es rayada por el cuarzo; es infusible al soplete; toma un tinte rojizo al fuego de reduccion, y hace una ligera efervescencia cuando se funde con el vidrio del bórax.

Su composicion es la de un deutóxido de manganeso Mn que contiene en peso:

Oxígeno.	29,66
Manganeso. . . .	70,34

segun el análisis de Turner que ha dado el resultado siguiente:

Oxido rojo de manganeso.	93,484	Deutóxido	96,791
Oxígeno.	3,307		
Barita.			2,260
Agua.			0,949
Sílice.			indicios.

Braunita cristalizada. Se presenta en octaedros simples ó modificados en el vértice por un apuntamiento de cuatro caras envueltos en braunita terrosa mas ó menos ferruginosa y algunas veces en grupos pequeños.

Braunita fibrosa. Es mas bien laminosa en un sentido, y fibrosa en otro y con fibras divergentes.

Braunita compacta ó terrosa. Forma variedades que pasan de una á otra y tienen un color pardo mas ó menos rojizo; casi siempre estan mezcladas con peróxido de hierro que á veces domina.

Esta sustancia no se conoce todavía mas que en algunas localidades en Turingia en el Mansfeld y en el país de Baireuth. Haidinger la indica en San Marcelo del Piamonte; pero como hemos indicado al hablar de la especie marcelina, hay algunas dudas en este punto. La braunita seria poco ventajosa para la preparacion del oxígeno en los laboratorios, puesto que no da mas que 3 por 100 por el calor; por la misma razon seria de poco efecto en las fábricas de vidrio, pero puede ser muy útil en los talleres para la preparacion del cloro y del agua de Javel.

III ESPECIE.—ACERDESA.

(*Manganito, Oxido de manganeso prismático, Hidróxido de manganeso, Manganeso oxidado hidratado, Manganeso oxidado argentino, Manganeso oxidado terroso y friable.*

Es una sustancia de color negro parduzco ó negro de hierro, de polvo pardo de lustre mas ó menos metaloideo que cristaliza en un prisma romboidal recto de 99° 41′ y 80° 19′; su peso específico es 4,312; raya la fluorina; da agua por la calcinacion en el tubo; es infusible al soplete, toma un tinte rojizo al fuego de reduccion, hace una ligera efervescencia despues de la calcinacion cuando se funde con el vidrio del bórax.

Su composicion se expresa por la fórmula $3\ Mn + Aq$ segun los análisis siguientes:

Análisis de Turner.

Oxido rojo de manganeso.	86,850	Deutóxido.	89,90
Oxígeno.	3,050		
Agua.			10,10

Análisis de Arfwedson.

Oxido rojo de manganeso.	86,41	Deutóxido	89,92
Oxígeno.	3,51		
Agua.			10,08

Análisis de Gmelin.

Oxido rojo de manganeso.	87,1	Deutóxido.	90,5
Oxígeno.	3,4		
Agua.			9,5

Se ve por consiguiente, que esta materia es la braunita hidratada; pero está algunas veces mezclada con pyrolusita, hierro hidratado, arcilla como se ve en la variedad de Lavelina analizada por Berthier que contiene:

Oxido rojo de manganeso.	78,2	Deutóxido. (Pyrolusita).	50,46
Oxígeno.	5,5	Peróxido.	31,24
Oxido rojo de hierro.			5,50
Agua.			7,80
Arcilla.			5,00

Acerdesa cristalizada. Se presenta en prismas romboidales modificados de diferentes modos sobre las aristas laterales y en el vértice. Estos cristales casi todos ellos han sido referidos á la pirolusita, con la cual tienen mucha analogía por su forma y su brillo metálico hasta el momento en que Arfwedson ha hecho el análisis de esta sustancia.

Acerdesa cilindroidea y bacilar. Se presenta en

cristales embotados, aislados ó agrupados en masas bacilares de rayos divergentes ó entrelazados.

Acerdesa fibrosa ó capilar. Se presenta en filamentos muy finos ó en fibras pequeñas brillantes mas ó menos agregadas que forman mamelones, penachos ó barnices delgados sobre las estalactitas de hematites pardas.

Acerdesa mamelonada. Presenta unas veces la estructura fibrosa con fibras divergentes; otras testácea y algunas compacta ó terrosa.

Acerdesa dendrítica. Forma dendritas negruzcas ó parduzcas que algunas veces tiran á amarillas y entonces se hallan mezcladas con ocre cubriendo la superficie de diferentes minerales particularmente de las piedras calizas.

Acerdesa estalactítica. Forma películas mas ó menos gruesas sobre estalactitas de hematites parda, muchas veces repetidas y separadas unas de otras por hidrato de hierro que suele descomponerse y deja vacíos entre ellas.

Acerdesa globular. Forma capas concéntricas como los minerales de hierro en granos, y mas ó menos mezcladas con esta especie de mineral.

Acerdesa escamosa. Se compone de escamas metaloideas muy brillantes ó mates amontonadas unas sobre otras, y formando á veces masas muy ligeras que los ingleses han comparado al algodon en rama.

Acerdesa terrosa. A veces no es mas que una modificacion de la variedad escamosa, y en este caso es muy ligera; pero otras veces no presenta mas que un depósito terroso ordinario. Frecuentemente se halla mezclada no con peróxido de hierro como la braunita terrosa, sino con hidrato de este óxido ú ocre que le da un tinte amarillento mas ó menos pronunciado.

Esta sustancia es muy comun en la naturaleza, y á ella se deben referir la mayor parte de los ejemplares reunidos ordinariamente en las colecciones. Se encuentra tanto en los terrenos de cristalizacion como en los de sedimento, ó bien constituye por sí sola depósitos mas ó menos considerables, ó forma parte de los depósitos auríferos principalmente de hematites parda que se encuentran en ellas. Es muy difícil hoy dia citar las localidades, y no se pueden indicar con certeza sino un corto número entre aquellas en que la materia forma grandes depósitos; parece sin embargo que un gran número de los criaderos conocidos ó de los depósitos ferríferos en que el manganeso es abundante, pertenecen mas particularmente á esta especie como en las Cévennas, Allier, Harzo y muchos otros lugares en Sajonia, Bohemia, Cornwall, Devonshire, Escocia etc. En cuanto á las variedades que forman barnizes ó nidos pequeños en la hematites parda, se encuentran poco mas ó menos donde quiera que existen esta clase de depósitos ferruginosos como son varias localidades de los Pirineos, del Delfinado y otros puntos de Francia, Sajonia, Hungría etc. La mayor parte de las variedades de hematites que se encuentran en las colecciones, se hallan cubiertas de esta sustancia.

Si bajo el aspecto científico conviene no confundir la acerdesa con la pyrolusita á pesar de los análisis exteriores, no es menos importante distinguirla bajo el aspecto de las artes, porque hay una gran diferencia para la preparacion del cloro. En este concepto la acerdesa privada de toda la mezcla de pyrolusita, seria la menos ventajosa de todas las especies de manganidos; lo seria menos todavía que la braunita, puesto que por efecto de la presencia del agua contiene menos dentóxido en igualdad de peso. Por lo demás, no es mejor ni peor que esta última especie respecto al desprendimiento de oxígeno por la calcinacion, y por consiguiente para el uso de las fábricas de vidrio.

II GÉNERO. — MANGANITO.

PRIMERA ESPECIE.—HAUSMANITA.

(*Oxido de manganeso piramidal, Manganeso oxidado, hidratado en parte, Manganeso gris laminoso*).

Es una sustancia de color negro parduzco, de polvo rojo parduzco que cristaliza en octaedros de base cuadrada, cuyos ángulos son de 117° 54′ y 105° 75′; su peso específico es 4,722; raya la fluorina y casi el vidrio; es infusible al soplete, no cambia al fuego de reduccion, ni hace efervescencia con el bórax.

Su composicion es la de un óxido rojo de manganeso de la fórmula *mn Mn* segun el análisis de Turner que ha dado los resultados siguientes:

Oxido rojo de manganeso.	98,098
Oxígeno.	0,215
Barita.	0,111
Agua.	0,435
Sílice.	0,337

donde se ve que solo hay mezcla de una cortísima cantidad de peróxido á causa del poco oxígeno desprendido.

Hausmanita cristalizada. Se presenta en octaedros agudos, rara vez modificados por facetas adicionales. Tambien se citan cristales en prismas cuadrados de la misma localidad que puede suponerse pertenecen á la misma especie.

Hausmanita acicular. Forma penachos de fibras divergentes muy frágiles.

Husmanita laminosa. Forma masas pequeñas en las cuales se distingue groseramente una estructura laminosa urcasilar.

Hausmanita terrosa. Se presenta en polvo ó en masas desmoronadizas de color rojo violeta.

La hausmanita es una sustancia rara que solo se conoce en una localidad el condado de Harz donde va unida á la braunita en una formacion porfídica, pero se sospecha que existe en otros varios puntos.

Si la hausmanita fuera abundante seria un mineral de manganeso que no podria usarse sino para la preparacion del oxígeno por el calor, y por consiguiente que no seria de efecto alguno en las fábricas de vidrio. Bajo el aspecto de la preparacion del cloro seria poco mas ó menos del mismo valor que la especie anterior.

II ESPECIE.—PSILOMELANA.

(*Manganeso oxidado baritífero, Manganeso oxidado mate*).

Es una sustancia de color negro azulado que pasa al gris de acero mas ó menos metaloideo, de polvo negro y no cristalizado; su peso específico es 4,145; raya la fluorina y es rayada por el apatito; es infusible al soplete; toma un color pardo rojizo al fuego de reduccion y produce una viva efervescencia con el vidrio del bórax; su disolucion hidroclórica precipita por el ácido sulfúrico ó un sulfato.

Su composicion es la de un manganito ó manganato de barita quizá de la fórmula $Ba\ Mn^4 + 2Aq$, segun los análisis siguientes:

Análisis de Turner.

Oxido rojo de manganeso.	69,795	Deutóxido.	25,290
Oxígeno	7,364	Peróxido..	51,870
Barita.			16,365
Agua.			6,216
Sílice			0,260

Análisis de Berthter.

Oxido rojo de manganeso.	70,3	Deutóxido.	25,3
Oxígeno.	7,2	Peróxido. .	52,2
Barita.			16,5
Agua.			4,0
Materias insolubles			2

Psilomelana concrecionada. Se presenta en masas que estan conformadas de una multitud de tubérculos aglomerados de lustre metaloideo.

Psilomelana fibrosa. No es mas que una variedad de la anterior, pero en que la aglomeracion de los tubérculos es tal, que la masa parece formada de fibras torcidas y aun suele presentar el aspecto de un tejido.

Psilomelana fibrosa. Se presenta en masas desmoronadizas negras, sin lustre metálico y que manchan fuertemente los dedos.

La psilomelana no parece que constituye depósitos por sí sola sino que está mezclada en cantidad á veces muy considerable y de una manera casi uniforme con la pirolusita que forma la masa principal del depósito.

Se ha reconocido la presencia de la barita en los minerales de manganeso, de varias localidades, pero no se ha hecho un análisis bastante preciso para reconocer si es la misma combinacion.

Si la psilomelana se encontrara pura en la naturaleza seria un mineral poco importante para las artes y el peor de todos; pero por hallarse mezclada con una cantidad bastante grande de pirolusita, la masa puede explotarse con ventaja.

Apendice. *Oxido rojo de zinc.* Hasta que se hagan nuevas investigaciones debe colocarse en este lugar una sustancia de color rojo, que forma masas de estructura groseramente laminosa que raya la caliza tiene un peso específico de 5,43; parece que cristaliza en prismas romboidales y Berthier ha encontrado en ella por el análisis lo siguiente :

Oxido rojo de manganeso.	12
Oxido de zinc.	88
	100

Lo cual produciria la fórmula Zi^5 *Mn*. Las relaciones de sus componentes son poco complicadas y sin duda por esto Berzelius ha considerado al mineral como óxido de zinc coloreado por el óxido rojo de manganeso y por consiguiente mezclado con hausmanita. Es posible en efecto que asi sea, pero Beudant es de opinion de que se debe mas bien suponer una combinacion de los dos cuerpos ó mejor una combinacion de deutóxido de manganeso con óxido de zinc, tanto mas cuanto que en el mismo lugar hay una sustancia, la franklinita, en que el óxido de zinc parece evidentemente hallarse en combinacion con el peróxido de hierro y el deutóxido de manganeso que es su isomorfo. De cualquier manera que se considere esta sustancia es evidente que debe formar una especie particular. Se encuentra en los depósitos de minerales de hierro de la América septentrional, en el Sussex y Nueva Jersey.

FAMILIA DE LOS SIDERIDOS.

Esta familia comprende sustancias que son atacables por el ácido nítrico, antes ó despues de haber sido calcinadas con el polvo de carbon. Su disolucion precipita abundantemente en azul por el hidrocianato ferruginoso de potasa, y no da por lo demás indicio de algun otro cuerpo electro-negativo.

Las especies de esta familia son el hierro mas ó menos puro, el peróxido de este metal, su hidrato y algunos ferratos : unas estan dotadas siempre de lustre metálico; otras no le toman sino en algunos casos, y hay algunas que no le poseen jamás. Todas son susceptibles de actuar sobre el iman, ya inmediatamente ya despues de haber sido calcinadas con el polvo de carbon ó tratadas simplemente al soplete, al fuego de reduccion.

Esta familia es una de las mas importantes bajo su relacion con las artes, porque contiene materias de las que se saca la mayor parte del hierro necesario en las artes y en los usos de la vida, y este metal, como hemos dicho ya, es el mas importante, el mas indispensable de todos. Asi los minerales de hierro, comprendiendo la siderosa (hierro espático) de que hemos hablado ya, son las materias mas productivas de todo el reino mineral; constituyen con los combustibles minerales la verdadera riqueza mineral, y los valores de los productos de estas dos materias, superan considerablemente al del oro y la plata, de los cuales en general se tiene una idea tan elevada en el mundo. El valor de los productos anuales en hierro bruto, se calcula en Europa solamente en cerca de 2.000,000,000.

PRIMER GÉNERO.

ESPECIE ÚNICA.—HIERRO.

(*Hierro meteórico, Hierro volcánico, Acero nativo*).

Es una sustancia metálica de color gris azulado, dúctil ó quebradiza, atraible por el iman, algunas veces cristalizada en octaedros ó presentando exfoliaciones paralelamente á las caras de este sólido; su peso específico varia de 6,48 á 7,80; es infusible al soplete y atacable por el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso.

Es uno de los cuerpos simples de la química, pero en el cual se ha encontrado siempre una mezcla de niquel, cromo y aun cobalto, y en los análisis mas recientes como se ve en el siguiente cuadro :

	HIERRO.	NIQUEL.	CROMO.	COBALTO.	AZUFRE.	SÍLICE.	MAGNESIO.
Hierro de Siberia por Klaproth. .	98,6	1,20					
Hierro de Brahin por Laugier. .	91,50	1,50	indicios.		1,00	3,00	2,00
	87,35	2,50	0,50		1,85	6,00	2,40
Hierro de Elbogen por Klaproth.	97,50	2,50					
Hierro de Méjico por el mismo. .	96,75	3,25					
Hierro de Hrasina por el mismo. .	96,50	3,50					
Hierro de Atakama por Turner. .	93,40	6,618		0,535			
Hierro de Santa Rosa por Boussingault.	91,40	8,59					
Hierro de la Luisiana por Shepard.	90,02	9,674					

Hierro cristalizado. Forma masas que presentan algunas veces láminas ó cristales aislados y mas comunmente una estructura dendroidea con estrías cruzadas en un ángulo de 60°.

Hierro cavernoso. Presenta cavidades llenas de materias vítreas que pertenecen al peridoto como se observa en el hierro de Siberia llamado vulgarmente hierro de Pallas.

Hierro globular. Se presenta en glóbulos ó en granos en las piedras meteóricas.

Hierro aceroso. Se encuentra en glóbulos en los productos de las hornagueras abrasadas.

Se ha citado el hierro metálico en masas ó en filones de hierro hidratado, ó de siderosa, en varios puntos de Sajonia, Bohemia y Francia; en minas de estaño de Sajonia, y en hilos maleables con granate pardo en el mismo país. Proust le ha indicado en partículas diseminadas en las piritas de América, y Eschwege le ha citado en láminas pequeñas en el peróxido de hierro de Gaspar Suarez en el Brasil. El doctor Torry le ha anunciado mezclado con grafito en la montaña de Scholey, cerca de Canaxu, en los Estados de Nueva-York, y Bouralt y Lee le han descrito como asociado al acero nativo en rocas de cuarzo y de micasquisto. Es difícil como se ve poner en duda la existencia de esta materia en los criaderos metalíferos, pero es por lo menos muy rara porque no se la ha citado muchas veces en un mismo lugar y nunca se ha encontrado mas que en corta cantidad; el hierro metálico se encuentra mas particularmente en pedazos esparcidos en la superficie de la tierra. Estos pedazos son mas ó menos voluminosos, hay algunos cuyo peso se calcula en 30 ó 40,000 libras y otros que parecen todavía mucho mayores. Reposan sobre toda especie de terrenos, sobre sedimentos muy modernos, algunas veces sobre la misma tierra vegetal, por consiguiente no se pueden referir con seguridad á ninguna formacion. Su orígen ha sido por mucho tiempo un problema pero hoy ya no es posible desconocerle; evidentemente han caido de la atmósfera porque de ello tenemos ejemplos innegables. En efecto, es positivo que cayó una masa de él en Hrasina cerca de Agram en Croacia el 26 de mayo de 1751 á las seis de la tarde; una en Lahore en el Indostan el 17 de abril de 1621; otra en el bosque de Naunhof en Misinia, por los años de 1540 á 1550; una cuarta en el Djordjan en 1009, y otra en fin en Lucania cincuenta y dos ó cincuenta y seis años antes de la era cristiana. Ahora bien, de estas masas las que han sido recogidas, aquellas cuyos caracteres han sido bien indicados, son cristalinas ó cavernosas precisamente como aquellas cuya época es desconocida, y tanto unas como otras contienen niquel y cromo que no existen en ninguno de los hierros de fabricacion. Asi las grandes masas de hierro aisladas que se conocen hoy en un gran número de localidades en Siberia, en el Tucuman en Durango de Méjico, en Zacatecas y Tuluca, en las orillas del rio Rojo en la Luisiana, en la orilla derecha del Senegal en el cabo de Buena-Esperanza, asi como las masas mas pequeñas que se han descubierto en Bohemia, Hungría y otros puntos, han caido evidentemente de la atmósfera como las que hemos citado; por otra parte, las caidas de piedras consideradas por tanto tiempo como cuentos populares, pero de las cuales se ha demostrado un gran número, son nuevas pruebas en favor de esta opinion. En efecto la mayor parte de estas piedras presentan tambien granos de hierro en estado metálico, y este hierro contiene niquel y cromo.

Tambien se encuentra hierro metálico ya sea entre los productos de los volcanes, ya entre los de las hornagueras abrasadas, y este último contiene carbono y ácido fosfórico como lo demuestran algunos análisis.

Apendice. Habiendo citado aquí masas de hierro que han caido indudablemente de la atmósfera, completaremos la descripcion de los fenómenos hablando de las piedras y de las tierras que tienen el mismo orígen.

Piedra meteórica. (Aereolitos, Meteoritas, Piedras de rayo, etc.) Esta materia se presenta en masas mas ó menos voluminosas, de aristas y ángulos redondeados, cubiertas con una corteza mas ó menos vítrea, mate ó lustrosa como un barniz, áspera ó lisa, negra ó surcada de estrías que parten de diferentes centros y estan limitadas por aristas mas ó menos salientes. Su fractura presenta una materia pétrea de color gris mas ó menos oscuro, rara vez homogénea, mas bien con venas ó manchas de varias clases y compuesta evidentemente de diferentes materias entremezcladas; algunas veces agregadas con mucha solidez como si se hubieran fundido juntas; otras con muy poca cohesion y rompiéndose con facilidad. En el mayor número de ellas se observan granos, algunas veces venas de materia gris metálica, mas ó menos maleables, que no son sino hierro mezclado con niquel, cromo, etc.; en otras no se observan indicios y estos mismos metales parece que se encuentran en estado de óxido. Se distinguen en ellas tambien otras varias materias, pero que son mas difíciles de determinar; Rosse examinando con cuidado una piedra caida en Juvenas en Francia ha reconocido en ella:

1.° Unos granos pardos mas ó menos cristalinos que

presentan los caracteres geométricos de las piroxenas.

2.° Una sustancia blanca cuyos cristales presentan mezclas análogas á las de la anortita, labradorita y albita. Rosse, sin afirmarlo positivamente, cree que pertenecen mas bien á la labradorita.

3.° Una sustancia en láminas amarillas, fusible en un vidrio negro atraible por el iman.

4.° Granos metaloideos de color amarillo rojizo, que tienen los caracteres del sulfuro de hierro magnético.

La piroxena y la labradorita dominan en esta piedra y asi se parece á ciertas variedades de dolerita.

Hay todavía otras varias materias que no se han llegado á reconocer; tales son ciertas materias blancas en agujillas, glóbulos negros de superficie lisa, glóbulos estriados del centro á la circunferencia como en ciertas perlitas, granos vítreos amarillo-verdosos, cristales pardos, cúbicos de óxido de hierro hidratado, que se distinguen en piedras de diferentes localidades.

Se han hecho un gran número de análisis de las piedras meteóricas; pero se comprende que siendo estas piedras mezclas de diferentes sustancias, es muy difícil sacar partido de las cantidades relativas de las diferentes materias que se han encontrado en ellas; sin embargo, es de notar que estos análisis indican grandes diferencias en la naturaleza de las sustancias que se encuentran mezcladas en ellas y demuestran que estan muy distantes de ser de la misma especie como se creyó en un principio. En efecto hay análisis que no presentan alúmina, por consecuencia no puede existir en la piedra, ni feldspato, ni ortita, albita, labradorita, etc. La parte dominante presenta silicatos magnéticos que muchas veces se pueden dividir en silicatos y bisilicatos, por consiguiente en peridoto y materias del grupo piroxénico; pero muchas veces quedan excesos que no se sabe cómo distribuir, y que ocasionan dudas en el resultado del cálculo.

En otras piedras, por el contrario, la alúmina se encuentra en mayor ó menor cantidad al mismo tiempo que la potasa, la sosa, etc., y se puede formar con ellas ortosa, albita ó labradorita, al mismo tiempo que peridoto, piroxena, etc.; cuando se encuentra en ellas azufre, se puede siempre combinar con el hierro; para formar la pirita magnética. Tambien se puede observar que los diversos fragmentos, caidos en la misma época, en los mismos lugares, no presentan siempre las mismas proporciones de elementos, lo cual se debe evidentemente aquí como en las rocas, á que las diferentes sustancias no estan uniformemente distribuidas.

Los siguientes análisis, hechos sobre piedras que han caido en diferentes épocas y lugares, son los que merecen mas confianza; por cuya razon las trasladamos con los resultados que han dado á diferentes autores:

PIEDRAS METEORICAS NO ALUMINOSAS.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Sílice.	33,90	48	75	34	54	43	38	36,320
Magnesia.	32,00	18	37	14	9	22	14,25	23,584
Cal.					1	0,50	0,75	1,922
Oxido de hierro.	31,00	34	48	38	36		25,00	5,574
Oxido de manganeso.				0,83		0,25		0,705
Oxido de niquel.		2,50	2	0,33	3			
Cromo ú óxido.	2,00							0,246
Alúmina.						1,25	1,00	1,604
Sosa.								0,741
Azufre.				9,00	2	3,50	3,00	2,952
Hierro.						29,00	17,50	24,415
Níquel.						0,50	0,40	1,579

(1) Piedra caida en Chassigny, cerca de Langres, el 3 de octubre de 1815, por Vauquelin.

(2) Cimento terroso de las piedras caidas en Benares de Bengala, el 19 de diciembre de 1798. Por Howard. El autor ha separado lo mas exactamente posible las partes metálicas y cuerpos esféricos, que analizados aparte han dado los resultados siguientes:

Partes metálicas.

Azufre.	2,0
Hierro.	10,5
Niquel.	1,0
Materias terrosas extrañas.	2,0

Cuerpos esféricos.

Sílice.	50
Magnesia.	15
Oxido de hierro.	34
Oxido de niquel.	2,5

(3) Piedra caida en Wold-Cottage, en Yorkshire, el 13 de diciembre de 1795, despojada cuanto ha sido posible de sus partes metálicas. Por Howard.

(4) Piedra caida cerca de Apt, el 8 de octubre de 1803. Por Laugier.

(5) Piedra caida en l'Aigle, el 26 de abril de 1803. Por Vauquelin. Una parte de hierro se halla en estado metálico.

(6) Piedra caida en Lissa, en Bohemia, el 3 de septiembre de 1808. Por Klaproth.

(7) Piedra caida cerca de Timochin, gobierno de Smolensk, el 13 de marzo de 1807. Por Klaproth.

(8) Piedra caida en Erxleben, el 15 de abril de 1812. Por Stromeyer.

Se ve que en estas clases de piedras, las partes pétreas dominantes, son silicatos de magnesia, que se refieren probablemente á las piroxenas, al peridonto, etc. En las siguientes las partes dominantes son silicatos de alúmina y de cal.

PIEDRAS METEORICAS ALUMINOSAS.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Sílice.	48,25	50	40,0	38,0574	46,0
Alúmina.	14,50	9	10,4	3,4688	6,0
Magnesia.	2,00		0,8	29,9306	1,6
Cal.	9,50	12,	9,2		7,5
Oxido de hierro.			23,5	4,8959	36,0
Oxido de manganeso.		1,0	6,5	1,1467	2,8
Potasa.			0,2		
Azufre.	2,75	indicios.	0,5	2,6957	1,5
Hierro.	23,00	29,00		17,4896	
Níquel.	indicios.	indicios.		1,3617	
Cromo.			1,0		1,0
Cobre.			0,1		

Ya hace mucho tiempo que los caidas de estas piedras han sido notadas y referidas por los autores, pues que se encuentran citas nada equívocas que se remontan á doce ó catorce siglos antes de la era cristiana. Los antiguos parece que no han dudado de ellas, pero los modernos han relegado estos hechos en las fábulas á fines del siglo último. En vano algunos testigos oculares han hablado de las piedras de Ensisheim, caidas casi ante los ojos del emperador Maximiliano, en 6 de noviembre de 1492; de las piedras de Luce, en Francia, caidas el 13 de septiembre de 1768; de las piedras de Barbotan en Gascuña, el 24 de julio de 1790; y las de Siena, en Toscana, el 16 de junio de 1794; nada de esto pudo vencer la incredulidad general, poco faltó para producir una risa general cuando un sabio distinguido vino á anunciar en el instituto de Francia la caida de las piedras de Benares en Bengala, cuya relacion acababa de saber en Inglaterra, y que habia fijado definitivamente la opinion de los sabios comprendidos ya en gran parte por la de Wold-Cottage. Afortunadamente poco tiempo despues acaeció el fenómeno de la de Aigle, en Normandía, sobre el cual se hizo una informacion bastante precisa para que no quedara duda alguna; la conviccion se hizo tan universal como lo habia sido la oposicion, y desde aquella época mas de cincuenta piedras que han caido, han hecho el fenómeno casi popular.

La caida de estas piedras casi siempre va precedida de la aparicion de un globo inflamado que se mueve en el espacio con gran velocidad, y siempre á mucha altura. Estos globos despues de haber brillado durante cierto tiempo, estallan de repente en las partes superiores de la atmósfera, quizá á mas de diez leguas de la superficie de la tierra con un ruido que se ha comparado al de los truenos muy violentos, ó al de las descargas de artillería, y que se repite muchas veces y va seguido de detonaciones mas débiles multiplicadas y parecidas al fuego de fusilería. Unas veces el cielo permanece despejado, y otras las primeras detonaciones van seguidas de la aparicion de una nubecilla en medio de la cual se verifican las detonaciones siguientes: las piedras caen á la superficie de la tierra y se hunden á mayor ó menor profundidad. Su número es mas ó menos considerable, y cubren el espacio mas ó menos extenso. Llegan ardiendo á la superficie de la tierra, y suelen desprender vapores sulfurosos en el momento de su caida. Al observar que todas las piedras de una misma caida, aunque groseramente redondeadas, son evidentemente angulosas, es imposible dudar que formaban parte de una sola masa que se ha hecho pedazos en el momento de la detonacion.

Tales son los hechos; pero se ignora completamente el orígen de estas piedras, y en este punto no existen mas que hipótesis. Se ha creido que se formaban en el espacio hácia los límites de nuestra atmósfera, por la reunion súbita de las materias terrosas y metálicas gasificadas; á esto se objeta: 1.° la dificultad de comprender esta gasificacion: 2.° el volúmen enorme de gas, que deberia considerarse para producir el menor cuerpo sólido, y por consiguiente el trastorno que deberia entonces ocurrir en nuestra atmósfera. Se ha creido que podian ser lanzadas por los volcanes de la luna y aun se ha calculado la fuerza de proyeccion que seria necesaria para llevarlas hasta el límite en que la atraccion terrestre puede arrastrarlas sobre nuestro globo. Pero hoy es sabido que lo que se habia tomado

(1) Piedra caida en Stannern, en Moravia, el 22 de mayo de 1808. Por Klaproth.

(2) La misma, por Vauquelin.

(3) Piedra caida en Juvenas el 15 de junio de 1821. Por Laugier.

(4) Piedra caida en Kostritz, en Rusia, el 13 de octubre de 1820. Por Stromeyer.

(5) Piedra caida en Jauzac, el 13 de junio de 1819. Por Laugier.

por fenómenos volcánicos en la luna, no son mas que efectos de luz, y por consiguiente la base misma de la explicacion, es una hipótesis mas. Finalmente, se ha creido que los globos de fuego que producen las piedras meteóricas, eran planetas pequeños ó fragmentos de planetas que circulan irregularmente en la atmósfera, y que al hallarse envueltos en nuestra atmósfera se inflaman en ella, se hacen pedazos, y caen cuando su velocidad de proyeccion se ha disminuido suficientemente.

Esta hipótesis tiene á lo menos el mérito de referir el fenómeno al de las estrellas caidas ó hilantes; estas serian cuerpos sólidos del mismo género; pero que entrando en nuestra atmósfera con una velocidad suficiente para atravesarla no harian mas que inflamarse al pasar.

Hasta ahora no hemos hablado mas que de las piedras que caen de la superficie de la tierra; pero la caida de las materias terrosas de diferentes especies rojas ó negras, secas ó húmedas, es un hecho no menos demostrado; este fenómeno parece que debe relacionarse con el anterior, y las piedras desmoronadizas y carbonosas de Alaix parecen ser el paso á las materias enteramente terrosas.

II GENERO.—SIDEROXIDE.

Se compone de sustancias no metálicas, reducibles á polvo terroso, rojo ó amarillo.

Este género no contiene aun mas que dos especies, el peróxido de hierro, que ofrece algunas veces lustre metálico, y el hidrato de este peróxido que no le ofrece jamás. Estas materias tienen poca analogía entre sí; pero tienen mucha con la alúmina y los hidratos aluminosos. La alúmina y el peróxido de hierro son isomorfos; sus formas se derivan de dos romboedros muy aproximados, y en las combinaciones estas materias son susceptibles de reemplazarse mutuamente, de lo cual hemos visto muchos ejemplos. Los hidratos de las dos especies tienen igualmente mucha analogía entre sí, y se mezclan tambien en todas proporciones, siendo frecuentemente el hidrato de peróxido de hierro la materia colorante de los hidratos de alúmina.

Si las dos especies que conocemos hoy dia en este género no tienen ninguna analogía entre sí por sus caracteres exteriores, no tienen casi ninguna mas por el depósito. Una parece pertenecer esencialmente á los terrenos de cristalizacion; se encuentra en todos los terrenos llamados primitivos, y no se presenta mas que en depósitos pequeños en los primeros terrenos secundarios, quizá solo en circunstancias particulares, y únicamente en filones inmediatos á las masas cristalinas. La otra, por el contrario, no principia á manifestarse mas que en los terrenos intermediarios; se halla muy abundantemente en capas en los depósitos de sedimento, y se prolonga en todas las series de las formaciones hasta los terrenos mas modernos.

PRIMERA ESPECIE.—OLIGISTO.

(Peróxido de hierro, Hierro oligisto, Hierro oxidado rojo, Hierro micáceo, Ocre rojo, Hierro arcilloso compacto, Mina de hierro especular, Mina de hierro roja).

Es una sustancia metaloidea de color gris de hierro ó no metaloidea y de color rojo, siempre de polvo rojo, mas ó menos parduzco, poco ó nada atraible por el iman; cristaliza en el sistema romboédrico; sus cristales se derivan de un romboedro de 86°10′ y 93°50′; su peso específico es de 5,24 á 3,50; raya el apatito en estado de cristalizacion, es infusible al soplete al fuego de oxidacion y se descompone y funde dificilmente en glóbulos no magnéticos al fuego de reduccion.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	30,66
Hierro.	69,34

Esta composicion es pura en las variedades cristalinas ó metaloideas, pero se halla mezclada con óxido de manganeso, arcilla, etc., en las variedades compactas ó terrosas.

Variedades metaloideas. *Oligisto cristalizado.* Se presenta en romboedros simples ó modificados de diferentes maneras, algunas veces truncados muy profundamente en el vértice, en cuyo caso no presentan mas que láminas; ó bien en prismas exágonos regulares y en dobles pirámides que no se conocen mas que truncadas en el vértice.

Oligisto cristalizado pseudomórfico. Se presenta en cristales octaedros que parece proceden de la sobreoxidacion del ferrato iman.

Oligisto laminiforme. (Hierro especular de los volcanes.) Se presenta en láminas delgadas que no son mas que romboedros truncados muy profundamente, en cuyos bordes se observan caras de romboedros, ó bien las mismas láminas desfiguradas algunas veces torcidas y sobre las cuales no se observa faceta alguna regular.

Oligisto lenticular. Se presenta en romboedros desfigurados, mas ó menos rebajados, con caras convexas, algunas veces estriadas.

Oligisto laminar. Forma masas que presentan láminas aplicadas unas sobre otras por planos perpendiculares al eje del romboedro; por consiguiente son acumulaciones de romboedros truncados. Los planos de division de estas láminas presentan frecuentemente estrías que se cruzan de modo que producen triángulos equiláteros.

Oligisto laminoso. Se compone de láminas interrumpidas, mas ó menos torcidas, aplicadas unas contra otras, y rara vez entremezcladas.

Oligisto fibro-laminoso. Sus láminas se hallan dispuestas de modo que en un sentido la masa presenta una estructura laminar, y en otro una estructura fibrosa ordinariamente de fibras divergentes.

Oligisto esquistoso. Forma masas esquistosas de hojas mas ó menos gruesas que se componen de escamas pequeñas amontonadas unas sobre otras.

Oligisto escamoso. Forma masas pequeñas compuestas de escamas brillantes, que unas veces estan sólidamente agregadas, y otras veces se desprenden muy fácilmente unas de otras pegándose á los dedos.

Oligisto granular. Se compone de granos mas ó menos agregados entre sí.

Oligisto compacto. Presenta una fractura irregular y pasa á la variedad granular.

Variedades no metaloideas. *Oligisto pseudomórfico.* Se halla modelado sobre cristales de caliza y alguna vez sobre cristales de cuarzo.

Oligisto poliédrico. Se presenta en masas bacilares ó en pedazos romboédricos producidos por contraccion y frecuentemente por la calcinacion del hidrato.

Oligisto escamoso rojo. Se compone de escamillas rojas que forman masas pequeñas ligeras; suele ser producido á lo menos en los volcanes, por la descomposicion repentina del cloruro de hierro que se desprende por las fumarolas y tapiza sus paredes.

Oligisto estalactítico y mamelonado. Presenta una estructura fibrosa ó testácea.

Oligisto fibroso rojo. Se compone de fibras divergentes, y suelen ser pedazos rotos de la variedad anterior.

Oligisto globular. Forma masas compuestas de globulillos compactos y aglomerados.

Oligisto litoideo. Es compacto, unas veces puro,

y otras mezclado con materias extrañas, y sobre todo con arcilla; su fractura es unas veces irregular, otras concoidea, y en este caso se parece al jaspe rojo.

Oligisto ocráceo. Es una materia terrosa, de partículas mas ó menos agregadas, algunas veces pura, pero por lo comun mezclada con materias arcillosas á las cuales comunica un color rojo.

DEPÓSITOS Y USOS. El sideróxido oligisto constituye depósitos mas ó menos considerables en los terrenos de cristalizacion y tambien en los de sedimento. En los primeros presenta comunmente el brillo metálico, y en los segundos, al contrario, es por lo general litoideo ó terroso. En los terrenos de cristalizacion constituye algunas veces montañas enteras como en Laponia; ó masas, filones ó capas, como en la Isla de Elba, en los Vosges, en Somorrostro de Vizcaya, en Dinamarca, Suecia y Brasil. Algunas veces reemplaza en cierto modo á la mica en las rocas y constituye depósitos considerables, como en Itacolumi en el Brasil y en la costa de Coromandel. Estas grandes masas se hallan frecuentemente mezcladas con óxido magnético, como se observa en casi todas las minas de Suecia. Otros depósitos considerables se presentan en lo que se llama terrenos intermediarios como en varias localidades del condado de Harz en Hungría, y que no son mas que mezclas de terrenos de cristalizacion y de terrenos de sedimento; aunque mas raros quizá en estos últimos se encuentran, sin embargo, á diferentes alturas hasta en el lias.

Ademas de estos grandes depósitos esta sustancia forma tambien otros mas pequeños que se observan esparcidos en diferentes terrenos. Tapiza las hendiduras de las rocas granitoideas en el San Gotardo, y en los Pirineos las de las rocas traquíticas, las lavas antiguas ó las escorias que circundan su cráter; finalmente, se manifiesta en las hendiduras que se forman en los cráteres de los volcanes modernos. Existe asimismo en las hendiduras de las calizas secundarias y principalmente en la inmediacion de los depósitos de cristalizacion.

Finalmente, las variedades rojas mas ó menos sólidas ó terrosas, se encuentran en cantidades pequeñas en un gran número de lugares y en todas las posiciones. Proceden frecuentemente de la descomposicion de las rocas y de los diferentes silicatos á base de óxido de hierro. Se encuentra en los terrenos de cristalizacion y en los de sedimento; en las antiguas solfataras como en las actuales donde se forma diariamente. La descomposicion de las lavas y sobre todo de las escorias, produce una gran cantidad.

El sideróxido oligisto es uno de los minerales de hierro mas apreciado; por todas partes donde existe en grandes masas es explotado con ventaja, y produce generalmente el hierro de muy buena calidad. Las variedades estalactíticas y fibrosas, son buscadas para hacer bruñidores, y las variedades ocráceas, se usan en pintura con el nombre de *rojo de Prusia*, *rojo de ocre ú ocre rojo*; las mas arcillosas constituyen los *lápices rojos ó sanguíneos.*

II ESPECIE.—LIMONITA.

(Hierro hidratado, Hematites parda, Hierro oxidado pardo, Mineral de hierro en granos, Hierro limonoso).

Es una sustancia no metaloidea, de color pardo ó amarillo, siempre de polvo amarillo, que cristaliza quizá en el sistema cúbico; su peso específico es de 3,37 á 3,94; da agua por la calcinacion, con residuo de color rojo que se vuelve negro, y atractivo al fuego de reduccion.

Su composicion se expresa por la fórmula $Fe^2\ Aq$, mas ó menos mezclado con peróxido superabundante que da una tinta roja á la materia, y contiene frecuentemente agua higrométrica, segun se ve por los análisis siguientes:

Limonita fibrosa de Vicdessos, por Daubuisson.

Peróxido de hierro.	82
Oxido de manganeso.	2
Agua.	14
Sílice.	1

Limonita del Bajo Rhin, por Vauquelin.

Peróxido de hierro.	80,25
Agua.	15
Sílice.	3,75

Limonita fibrosa de Bergzabern, por el mismo.

Peróxido de hierro.	79
Oxido de manganeso.	2
Agua.	15
Sílice.	3

Limonita terrosa de Bethler, por Beudant.

Peróxido de hierro.	79,3
Oxido rojo de manganeso.	4
Agua.	13,7
Sílice insoluble.	2,6

Limonita cristalizada. Se presenta en cristales cúbicos ó rectangulares, y en octaedros regulares ó rectangulares. Estos son cristales pequeños brillantes implantados en el cuarzo, y es imposible decir si son naturales ó pseudomórficos.

Limonita acicular. Forma penachos pequeños, compuestos de agujillas diversamente divergentes, reunidas por la base en la superficie de diversas materias.

Limonita pseudomórfica. Se presenta en formas tomadas de otros minerales, conchillas ó madréporas. Estas son: 1.° cubos ó bolas calcitropoideas que provienen de la descomposicion de la pyrita; 2.° dodecaedros de triángulos escalenos, modelados sobre cristales calizos; 3.° moldes interiores de conchillas univalvas y bivalvas de belemnita, de amonita, etc., de enonitas, cariofiladas, etc.

Limonita estalactítica ó mamelonada. (Hematite parda). Es de estructura fibrosa, testácea ó compacta.

Limonita fibrosa. Se compone de fibras divergentes, y suelen ser fragmentos de la variedad anterior.

Limonita geodica. (Piedra del águila; œtita). Se presenta en riñones mas ó menos gruesos, huecos en el centro, y que contienen un núcleo libre de la misma materia.

Limonita oolítica. (Mina de hierro en granos). Forma glóbulos testáceos, libres ó adherentes unos á otros, unas veces del grueso de un guisante, otras veces en granos poco distintos.

Limonita compacta. Se presenta en masas mas ó menos considerables, unas veces sólidas, otras cavernosas ó divididas por tabiques, etc.

Limonita esquistosa. Se compone de hojillas compactas, separadas por barnices micáceos.

Limonita poliédrica. Se presenta en masas compactas, divididas en paralelipípedos por efecto de su contraccion.

Limonita ocrácea. (Ocre). Es una materia terrosa amarilla, de partículas mas ó menos agregadas; unas veces pura, otras mezclada con arcilla ó hidrato de alúmina. Parece que los ocres de mejores cualidades, que se disuelven muy fácilmente en el agua, estan muy cargados de arcilla, y sobre todo de hidrato de alúmina.

La limonita forma en la superficie de la tierra grandes masas que empiezan á encontrarse en esquistos arcillosos contra las capas de diferentes rocas in-

mediatas á ellos; se cita en los depósitos intermediarios, en filones ó en capas en un gran número de localidades de Francia, Suiza, Saboya y Bohemia; se encuentra en abundancia en los depósitos secundarios, en el gres hullífero ó el gres rojo, en Sajonia, islas de Shetland y Nueva Granada; en las calizas peneanas en la Silesia; en el gres abigarrado; en la caliza conquiliana en Salzburgo; en el gres del lias en Metz. Abunda mucho sobre todo en la formacion jurásica. donde la variedad oolítica, forma capas muy gruesas ó llena hendiduras y cavernas, en cuyas paredes se encuentran todavía antiguas estalactitas. Hácia el fin del terreno secundario se la encuentra en gres ferruginoso que precede á la creta, y es la que da color á las arcillas y á las arenas amarillas de los terrenos terciarios, donde forma algunas veces nidos mas ó menos abundantes; se encuentra en sedimentos modernos, y quizá se forman continuamente depósitos de bastante consideracion para ser explotados. Se ve por consiguiente que estos depósitos empiezan quizá mas tarde que los de peróxido de hierro, se prolongan mucho mas en la serie de las formaciones, y quizá se forman todos los dias en la naturaleza como en los hierros de que hacemos uso en nuestras habitaciones.

Esta especie es tambien un mineral muy precioso que se explota con actividad en un gran número de lugares, y que alimenta una porcion de ferrerías. Las variedades térreas se explotan para la pintura, ya se usen en estado natural ó lavadas con mas ó menos cuidado, lo cual constituye el ocre amarillo ó tierra de Italia, la tierra de sombra, etc., ya se calcinen para producir el ocre rojo, y el rojo de Prusia.

Apendice. *Gœthita*. Existen varias materias que han sido designadas con los nombres de gœthita, lepidokrokita, pirrosiderita, stilpnosiderita, que algunos mineralogistas han considerado como formando una ó mas especies, y otros como variedades de hierro oxidado pardo ó limonita. Examinando las materias designadas así en las colecciones, se ha reconocido que unas no eran mas que peróxido de hierro en láminas pequeñas de color rojo muy vivo, y por consiguiente de la variedad escamosa roja del sideróxido oligisto; otras, y estas son particularmente las que se han designado con el nombre de stilpnosiderita, no eran mas que sub-sulfatos de hierro ó pittizita, simples ó mezclados con arseniato de peróxido; pero se han reconocido algunas indicadas con los nombres de gœthita y lepidokrokita, que presentaban caracteres diferentes, y parece que deben constituir una especie particular; su color es rojo amarillento y rojo muy vivo por transparencia, cuando se exponen las láminas á una luz muy viva; el polvo es amarillo naranjado.

Algunas de estas láminas presentan indicios de cristalizacion que parece deben hacerlas referir á un prisma rectangular; son tablas pequeñas biseladas en dos bordes opuestos, y con biseles y facetas oblicuas en los otros. Su composicion segun un análisis hecho por Beudant en una corta cantidad, ha presentado lo siguiente:

Peróxido de hierro. . . .	89,2
Oxido de manganeso, indicios	
Agua.	10,8

lo cual daria la fórmula $F^3\ Aq$, en lugar de $F^2\ Aq$, que se ve en la especie limonita, é indicaria una especie particular.

El análisis que Brandes ha hecho de la lepidokrokita, conduce al mismo resultado; dicho análisis ha dado:

Peróxido de hierro. . . .	88
Oxido de manganeso.	0,50
Agua.	10,75
Sílice.	0,50

Las materias que acabamos de citar estan indicadas en un gran número de lugares; pero como es evidente que se han confundido con los mismos nombres materias muy diferentes, es difícil decir dónde se encuentran las que deben constituir segun parece la especie nueva. La que ha sido analizada por Brandes, procedia de Hollerterzug en el país de Sayn, y la que ha examinado Beudant, estaba indicada como procedente de Inglaterra.

III GENERO.—FERRATO.

Comprende sustancias metaloideas ó no metaloideas, de polvo negro ó pardo.

Este género nos presenta peróxido de hierro, haciendo las veces de cuerpo electro-negativo, produciendo cuerpos análogos á los manganatos, y de los cuales hallamos mezclas en los aluminatos; pero no contiene hasta ahora mas que un corto número de materias que se puedan considerar como especies determinadas; dos de estas especies tienen mucha analogía entre sí por sus caracteres exteriores, sobre todo por su cristalizacion que en una y otra tiene por tipo el octaedro regular; una tiene por base el protóxido de hierro y otra el óxido de zinc. Una tercera, parece indicar una combinacion á base de protóxido de plomo, pero cuyos elementos no han sido hasta ahora determinados.

Una sola de estas materias se presenta en grandes masas en la naturaleza, y pertenece únicamente á los terrenos de cristalizacion. Las otras no han sido halladas hasta ahora mas que en partes pequeñas subordinadas á depósitos ferríferos. La primera es la única importante para las artes, y ofrece un mineral de excelente calidad explotado ventajosamente en todos los puntos en que existe en abundancia.

PRIMERA ESPECIE.—IMAN.

(*Hierro oxidulado, Hierro oxidado magnético*).

Es una sustancia metaloidea de color negro de hierro y de polvo negro, muy atraible por la barra imantada magnética; sus cristales pertenecen al sistema cúbico; su peso específico es 4,74 á 5,09; se funde muy difícilmente al soplete, y no cambia al fuego de reduccion.

Su composicion se expresa por la fórmula $f\ F^3$, ó en peso:

Peróxido de hierro. .	69	Oxígeno.	28,215
Protóxido de hierro. .	31	Hierro.	71,785

Las mas veces es puro ó suele contener uno ó dos por ciento de sílice, y algunos indicios de magnesia procedente de las gangas que se adhieren á él muy fuertemente.

Iman cristalizado. Se presenta en cristales octaédricos mas ó menos modificados, ó en dodecaedros romboidales.

Iman laminar. Se presenta en masas que se dividen poco distintamente en placas, y que estan mezcladas con hierro oligisto.

Iman granular. Se compone de granos mas ó menos agregados y está siempre mezclado con oligisto.

Iman compacto. Es de fractura concoidea, irregular y aun granoso, frecuentemente mezclado con oligisto litoideo, en cuyo caso pierde su lustre metálico al mismo tiempo que la materia toma un color pardo.

Iman terroso. Se presenta en masas terrosas mas ó menos mezcladas con peróxido.

El iman es una materia que constituye depósitos mas ó menos considerables en los terrenos de cristalizacion y que no se presenta en los terrenos de sedimento. Se encuentra algunas veces en los gneiss

mas frecuentemente en los depósitos de micasquisto y sobre todo en las rocas anfibólicas y serpentinosas subordinadas; existe ordinariamente en masas que forman algunas veces montañas enteras ó bancos mas ó menos gruesos que en algunas localidades se repiten muchas veces en la altura de una misma montaña, como se observa en diferentes puntos de Suecia, Noruega, Montes Urales, Piamonte, Hungría; en España abunda en las montañas del Escorial, en Asturias y en Sierra Nevada.

Esta especie es tambien muy comun en nidos ó diseminada en las rocas anfibólicas ó serpentinosas, en los Alpes de la Saboya del Piamonte y del Tirol, asi como en las sienitas y dioritas porfídicas en Hungría y Noruega; existe asimismo en los terrenos traquíticos y basálticos, pero mucho menos comunmente de lo que se ha creido por haber confundido frecuentemente los titanatos de hierro con esta sustancia.

El óxido de hierro magnético es un excelente mineral que forma la principal riqueza de este género en Suecia y Noruega, y que produce generalmente muy buen hierro porque rara vez se halla mezclado con materias extrañas.

II ESPECIE.—FRANKLINITA.

Es una sustancia negra, metaloidea ó vitro-metaloidea, poco atraible por el iman y algunas veces nada; cristaliza en octaedro regular; su peso específico es 5,09; se funde difícilmente al soplete; da cloro por la accion del ácido hidroclórico; su disolucion da por el amoniaco en copos, una parte del cual se redisuelve y se precipita de nuevo por la accion de un ácido.

Su composicion segun el análisis de Berthier es la siguiente:

Peróxido de hierro.	66
Oxido rojo de manganeso. .	16
Oxido de zinc..	17

de la cual no parece imposible deducir nada inmediatamente. Berzelius para poder expresarla ha creido deber transformar el óxido rojo de manganeso en protóxido, lo que le ha conducido á establecer la fórmula $(Zn, mn)\ F^3$ ó $Zn\ F^3 + mn\ F^3$. Pero esta transformacion del análisis no debe ser exacta por que el desprendimiento de cloro por el ácido hidroclórico indica que el manganeso está mas oxidado que el protóxido, y todo hace creer que se halla en el mineral en estado de deutóxido. Si se puede suponer alguna cosa en este momento segun lo que acabamos de decir por la accion mas ó menos fuerte sobre el iman y por el lustre ya metaloideo, ya vítreo, es que la sustancia es una mezcla de ferratos de hierro y de zinc con un manganito de zinc del mismo órden de composicion, y que el protóxido de hierro se ha transformado en peróxido por la calcinacion á expensas del deutóxido de manganeso. Calculando con arreglo á este razonamiento se encuentra que la sustancia debe estar formada de lo siguiente:

Peróxido de hierro. . .	60,62
Deutóxido de manganeso.	16,55
Protóxido de hierro. . .	4,83
Oxido de zinc.. . . .	17

lo cual da la fórmula $(f, Zn)\ (F, Mn)^5$; las investigaciones futuras acabaran de ilustrar esta composicion.

Este mineral se encuentra en la mina de Franklin en Nueva Jersey y va acompañada del manganito de zinc que hemos descrito en otro lugar.

Apendice. *Beudantita.* Levy ha dado este nombre á una sustancia negra ó de color pardo oscuro, de lustre resinoso, de cristales romboédricos de 92° 30′ y 89° 30′, que raya la fluorina y da un polvo gris verdoso en la cual los ensayos de Wollaston no han dado á conocer mas que óxido de hierro y óxido de plomo; de lo cual resulta que esta materia podria ser una especie de ferrato diferente de los anteriores por su base.

Esta sustancia se encuentra en la superficie de ciertos pedazos de limonita mamelonados de Hornhausen en el país de Nassau.

FAMILIA DE LOS COBALTIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—PERÓXIDO DE COBALTO.

(*Cobalto oxidado negro*).

Es una sustancia negra, terrosa, pulverulenta ó fuliginosa; infusible al soplete; que no da olor arsenical sobre el carbon ni indicios de manganeso con la sosa; la menor partícula forma un vidrio de color azul intenso con el bórax.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.	28,90
Cobalto.	71,10
	100,00

Esta materia que procede probablemente de la descomposicion de los arseniuros de cobalto, no se encuentra sino en corta cantidad en los criaderos ordinarios de estas sustancias; forma ligeros depósitos ó barnices en la superficie de los demás cuerpos.

Se indica este óxido en un número bastante considerable de lugares, pero es difícil decir donde se encuentran las variedades puras; los ejemplares examinados por Beudant procedian de Allemont, Saalfeld y Joachimsthal.

Apendice. Aquí deben colocarse diferentes materias poco conocidas colocadas en colecciones con los nombres de cobalto oxidado, mamelonado, vítreo, terroso, pardo y amarillo; muchos de los ejemplares asi designados no son mas que variedades terrosas de acerdera mas ó menos mezcladas con limonita y algunas veces con óxido de cobre. Las otras contienen evidentemente materias cobálticas y dan en este caso un vidrio azul intenso con el bórax, al mismo tiempo que tratadas por la sosa presentan indicios muy marcados de manganeso. Todas dan agua por la calcinacion y olor arsenical sobre el carbon.

Berzelius que probablemente no ha visto óxido puro de cobalto, ha considerado las materias asi designadas como combinaciones de óxido de cobalto y óxido de magnesio; ha adoptado para ellas la fórmula $Co + Mn + Aq$; no sabemos si por investigaciones particulares ó por los análisis de Klaproth y de Dobereiner que han dado los resultados siguientes:

Cobalto terroso de Rengelsdorf por Klaproth.

Peróxido de cobalto con óxido de manganeso. .	97
Oxido de manganeso. . .	80
Oxido de cobre.	1
Agua.	85
Sílice.	124
Alúmina.	102

Cobalto terroso de Saalfeld por Dobereiner.

Oxido de cobalto y de manganeso.	76,9
Agua.	23,1

La primera conduciria poco mas ó menos á la fórmula $Co+Mn+3\ Aq$, despreciando la sílice y la alúmina; pero un análisis aislado mal hecho por confesion del mismo autor y que presenta una pérdida de 11 sobre 500 no parece á propósito para establecer una determinacion. El segundo análisis no es mas concluyente puesto que los dos óxidos no estan separados. Por otra parte hay evidentemente en estas materias ácido arsénico que no está indicado en los análisis. La verdadera naturaleza de estas materias permanece por desconocida á no ser que Berzelius se haya apoyado en nuevas investigaciones hechas sobre un número suficiente de ejemplares para que se pueda considerar la relacion *Co* á *Mn* como constante, lo cual podria indicar un manganito.

Estas materias poco abundantes se encuentran en general en los mismos depósitos que los arseniuros de cobalto, y parecen ser siempre el resultado de su descomposicion arrastrado por las aguas y depositado con los óxidos de manganeso y de hierro. Se indica en muchas localidades del Delfinado, Tirol, Wurtemberg, Baden, Hanau, Hesse, Turingia, Bohemia, etc.; pero se ignoran si son en todas partes las mismas materias las que se designan con estos nombres.

FAMILIA DE LOS CUPRIDOS.

PRIMERA ESPECIE.—COBRE.

(*Cobre nativo*).

Es una sustancia metálica, de color rojo dúctil, que cristaliza en octaedro regular; su peso específico es 8,89 en estado de pureza: es fusible al soplete, y atacable por el ácido nítrico, su disolucion no da indicio de cuerpo alguno electro-negativo; toma un color azul por el amonico, y precipita en azul por los álcalis fijos.

Es uno de los cuerpos simples de la química, y alguna vez suele encontrarse aleado con cantidades pequeñas de otros minerales.

Cobre cristalizado. Se presenta en octaedros diversamente modificados; muy rara vez en cubos; algunas veces en cristales complicados cargados de facetas muy oblicuas, y que no parecen referirse al sistema cúbico.

Cobre dendrítico. Se presenta en cristales octaedros agrupados en dendritas salientes ó extendidas en forma de placas dendríticas en la superficie de diversos cuerpos.

Cobre lameliforme. Se presenta en láminas pequeñas irregulares sobre diversas gangas.

Cobre mamelonado. Forma mamelones lo mas comunmente cubiertos de protóxido de este metal.

Cobre filiforme. Se presenta en filamentos mas ó menos prolongados, algunas veces capilares y entremezclados, ó reunidos en masas pequeñas fibrosas, en las minas de Temeswar y de Cornwall.

El cobre en estado metálico se encuentra en todos los depósitos de Chalkopyrita, Chalkosina, y de Azurita; rara vez en los minerales mismos, sino mas bien implantado en las rocas ó materias terrosas que las acompañan. Los ejemplares mas hermosos, provienen de las minas de Tourinski, en la parte oriental de los montes Urales. Se le encuentra tambien algunas veces en las amigdaloides en Reichembach cerca de Oberstein, y en las islas Faro, con diversos silicatos hidratados que se llaman zeolitas. Algunas veces ha sido encontrado en masas considerables aisladas en las arenas de las llanuras y de las riberas, á catorce leguas de Baja en el Brasil y en el rio Ouata-Nagan en el Canadá, y en rocas secundarias en cuyas hendiduras ha penetrado la materia, como en los Estados-Unidos de América. En fin, se forma diariamente en las labores de ciertas minas de cobre por la descomposicion de los minerales de que forma parte. En España abunda en Rio-Tinto, Linares y Colmenar Viejo.

II ESPECIE.—ZIGUELINA.

(*Cobre oxidulado, Crotóxido de cobre, Cobre oxidado rojo, Cobre vitreo*).

Es una sustaucia no metaloide, roja, vítrea, y litoidea; cristaliza en octaedro regular; su peso específico es 5,69, raya la caliza, es rayada por un punzon de acero, y su polvo es rojo mate; es fusible al soplete dando una materia negra al fuego de oxidacion; se reduce á glóbulos de cobre al fuego de reduccion; es atacable por el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso; su disolucion se vuelve azul por la adicion de amoniaco.

Su composicion es en peso la siguiente:

Oxígeno. . .	11,22
Cobre. . . .	8,78

Ziguelina cristalizada. Se presenta en octaedros y en dodecaedros romboidales algunas veces modificados en las aristas ó en los ángulos, rara vez en cubos.

Ziguelina capilar. Se presenta en agujas pequeñas de color rojo muy vivo entrecruzadas.

Ziguelina compacta. Se presenta en masa vítrea de fractura concoidea.

Ziguelina litoidea. Se presenta en masas litoideas mas ó menos agregadas, frecuentemente mezcladas con óxido de hierro ó materias arcillosas.

El protóxido de cobre existe casi en todos los depósitos de chalkosina, y chalkopyrita, y se encuentra principalmente en venas, en masas pequeñas en las rocas inmediatas y en las gangas del depósito; rara vez se halla mezclado con los demás minerales. Existe tambien en los depósitos de azurita, y en estos asi como en los grandes depósitos de sulfuros forma una parte importante del mineral con que se halla entonces mezclado.

III ESPECIE—MELACONISA.

(*Cobre oxidado negro*).

Es una sustancia negra, terrosa mas ó menos agre-

gada, no cristalizada y muy blanda; es fusible al soplete dando una escoria negra y glóbulos de cobre al fuego de reduccion, es atacable por el ácido nítrico sin desprendimiento de gas y su disolucion da todas las reacciones del cobre.

Su composicion en peso es la siguiente:

Oxígeno.. . .	20,17
Cobre. . . .	79,83

pero generalmente mas ó menos mezclada con óxido de hierro ó de manganeso hidratado.

Esta materia que se encuentra en todas las minas de cobre, pero siempre en corta cantidad, parece proceder de la descomposicion del sulfuro chalkopirita, y del carbonato azurita. Es poco comun en las colecciones, pero únicamente porque no se le ha recogido, pues existe en un gran número de lugares como en Chessy en Francia, Colmenar Viejo en España y varios puntos del condado de Harz, de Silesia, Cornwall, etc. La que procede de la descomposicion de la azurita es casi pura.

FAMILIA DE LOS AURIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—ORO.

Es una sustancia metálica, dúctil, de color amarillo, mas ó menos puro, tirando algunas veces á blanco amarillento, verdoso ó rojizo; cristaliza en el sistecúbico; su peso específico es 19,2581 en estado de pureza, pero varia en la naturaleza de 14,706 á 12,666 porefecto de las mezclas ó quizá de la cristalizacion; es fusible al soplete, atacable solamente por el agua régia con precipitado mas ó menos abundante de cloruro de plata; la disolucion da un precipitado purpúreo por el cloruro de estaño.

Segun parece no existe oro absolutamente puro en la naturaleza; este metal está siempre aliado con la plata cuya cantidad varia extraordinariamente; sin embargo, es notable que en muchos ejemplares que se han ensayado, se han encontrado proporciones definidas; estas proporciones son muy numerosas y conducen á las diferentes fórmulas $Ag^2 Au$, $Ag Au^2$, $Ag Au^3$, $Ag Au^5$, $Ag Au^6$, $Ag Au^8$, $Ag Au^9$, y $Ag Au^{12}$ como se ve en los resultados analíticos siguientes:

	ORO.	PLATA.	RELACIONES ATÓMICAS.	
Plata aurífera de Schlangenberg, por Forlice.	28,00	72,00	Oro 0,022.. 1 / Plata 0,054.. 2	$Ag^2 Au$
Oro de Santa Rosa.	64,93	35,07	Au 0,052.. 2 / Ag 0,026.. 1	$Ag Au^2$
Oro de Transilvania.	64,52	35,48		$Ag Au^2$
Electum de Schlaugenberg, por Klaproth. .	64,00	36,00		$Ag Au^2$
Oro de Otramina.	73,40	26,60	Au 0,069.. 3 / Ag 0,019.. 1	$Ag Au^3$
Oro de Mármato.	73,45	26,48		$Ag Au^3$
Oro de Titiribi.	74,00	26,00		$Ag Au^3$
Oro de Guano..	73,68	26,32		$Ag Au^3$
Oro de la Trinidad.	82,40	17,60	Au 0,067.. 5 / Ag 0,013.. 1	$Ag Au^5$
Oro de Hojas-Anchas.	84,50	15,50	Au 0,068.. 6 / Ag 0,011.. 1	$Ag Au^6$
Oro del Senegal, por Darcet.	86,975	10,525	Au 0,070.. 9 / Ag 0,008.. 1	$Ag Au^9$

	ORO.	PLATA.	RELACIONES ATÓMICAS.	
Oro de Baja.	88,15	11,85	Au 0,071.. 8 Ag 0,009.. 1	Ag Au^8
Oro de Malpaso.	88,24	11,76		
Oro de llano.	88,54	11,42		
Oro traido de Bogota.	92,00	8,00	Au 0,074..12 Ag 0,006.. 1	Ag Au^{12}
Oro del Brasil, por Darcet.	94,00	5,85	con 1,90 de cobre y hierro.	
Oro de Sajonia, por Lampadius.	96,90	2,00	con 1,10 de hierro.	
Oro de Siberia, por Rosse.	99,34	0,14	con 0,43 de cobre y 0,005 de hierro.	

Las relaciones que se observan en todo esto son muy notables, pero no creemos que se pueda deducir de ellas la necesidad de formar ocho especies diferentes; Beudant opina por el contrario que esta multiplicidad de proporciones por mas definidas que sean, hacen dudosa esta opinion. Es posible que existan algunos aururos fijos; pero no se pueden admitir indifinidamente aunque el oro sea un cuerpo electro-negativo muy débil, y por esto mismo susceptible de un gran número de combinaciones.

Creemos, pues, por lo menos, hasta nuevos experimentos, que se deben reunir todas estas materias en un solo grupo, tanto mas, cuanto que parecen todas referirse al mismo sistema de cristalizacion, y solo en las variedades extremas cambian los colores hasta el punto de formar un carácter distintivo.

Oro cristalizado. Se presenta ordinariamente en cristales muy pequeños que son cubos muy rara vez simples, comunmente modificados en las aristas y los ángulos ú octaedros y algunas veces dodecaedros romboidales.

Oro dendrítico. Se presenta en cristales pequeños agrupados en dendritas salientes ó extendidas en ramas en la superficie de las gangas.

Oro lameliforme. Se presenta en láminas mas ó menos extendidas sobre diferentes gangas ó envueltas en estas gangas.

Oro granuliforme. Se presenta en granos cuya superficie es lisa, unos redondeados y otros aplanados; estos granos toman el nombre de pepitas cuando llegan al tamaño de una avellana; hay algunos que son mucho mas considerables y que han llegado á formar aunque muy rara vez masas de 25 á 100 libras de peso.

Oro en pajas. Se presenta en granos muy pequeños ó en pajitas diseminadas en diferentes materias sólidas ó en las arenas.

El oro se encuentra algunas veces en criaderos particulares, por una parte en filones cuarzosos que atraviesan rocas de cristalizacion donde el metal existe diseminado en láminas ó en cristales, etc., como se observa en el Delfinado, en el Piamonte, en Salzburgo, y en varios puntos del Perú, Méjico y Colombia, por otra parte en rocas cuarzosas que forman masas considerables donde está diseminado como se observa cerca de Villa Rica en el Brasil.

En otras partes se encuentra este metal como parte accidental en cierto modo en depósitos metalíferos de diferentes géneros. En primer lugar en las minas de plata, donde comunmente se halla diseminado en partículas invisibles, ya en los minerales mismos, ya en las gangas, y algunas veces solo en láminas ó en cristales pequeños en las hendiduras de la masa. Estos minerales son los que se explotan mas frecüentemente para sacarle de ellos, y las minas de Méjico, del Perú y de Colombia, asi como las de Hungría y Transilvania han producido grandes cantidades. Muchos otros criaderos de minerales del mismo género producen una corta cantidad de oro, pero apenas merecen ser mencionados, y existen en Sajonia, Siberia y otros puntos; algunas minas de cobre del condado de Harz y de Suecia, contienen asimismo cortas porciones. Finalmente los depósitos de pirita le contienen algunas veces en cantidad suficiente para ser explotados con ventaja y entre ellos pueden citarse algunos del Piamonte, Sajonia y Siberia. Cuando la pirita se descompone suele verse el oro en partículas pequeñas en el hidrato de hierro que resulta.

Pero ademas de estos depósitos se encuentra el oro diseminado en materias arenáceas y aun en estas es donde existe en mayor abundancia. Se presenta tambien en el Nuevo Mundo en medio de las arenas que hemos citado ya y que contienen al mismo tiempo el platino. En este estado es objeto de grandes explotaciones en el Brasil, en Colombia y en Chile. En un estado semejante se ha encontrado en tiempos modernos en Siberia en la vertiente occidental de los montes Urales. Parece que se encuentra asimismo en el Asia meridional en terrenos semejantes y en la arena de los rios; el Pactolo ha sido muy célebre entre los antiguos por esta razon. Tambien se encuentra en Africa en las materias arenáceas á juzgar por la forma de las pajitas en que existe en el comercio, y por las escasas noticias que dan los viajeros sobre el oro de Kordofan de las cercanías de Bambuch y del país de Sofala. En Europa existe igualmente oro en muchos depósitos arenáceos, pero solo en algunas localidades puede ser objeto de explotaciones continuadas que son generalmente muy poco lucrativas; un gran número de rios arrastran entre sus arenas pajitas de oro que se pueden suponer han sido arrancadas de los depósitos arenosos inmediatos y otras veces no se sabe su orígen; entre estos rios pueden citarse el Tajo, el Sil y el Darro en España, y algunos en Francia, Piamonte y Alemania. Las materias auríferas son explotadas en todas partes con esmero para sacar de ellas este metal siempre que la cantidad que contienen pueda compensar los gastos. Unas veces la extraccion del oro es un anejo de las operaciones que se ejecutan para la preparacion de las materias principales que constituyen ciertos depósitos metalíferos como en Rammelsberg, donde por el encadenamiento de los trabajos metalúrgicos se sacan ocho ó diez marcos de este metal en unos doscientos mil quintales de diferentes minerales. En otras partes donde existe mayor cantidad como en los minerales argentíferos, se hace sufrir á la plata que

se obtiene de una manera ó de otra, segun las localidades y la naturaleza del mineral una operacion nueva que se llama refinadura, tratándola por el ácido nítrico ó mejor por el ácido sulfúrico que disuelve la plata y deja aislado el oro en el fondo de las vasijas que se emplean; despues se trata la sal de plata de la manera conveniente para volver á obtener el metal en estado puro.

La cantidad de oro que se obtiene asi de los diferentes minerales es poco considerable; la mayor parte de lo que entra anualmente en el comercio, procede del lavado de las arenas que se practica en un gran número de localidades y principalmente en Australia, California, Brasil, Colombia, Chile y Africa.

La cantidad de oro que entraba anualmente en el comercio, antes de las explotaciones de los montes Urales, de Australia y de California, estaba calculada segun Beudant en unos ochenta y ocho mil y cien marcos. La Europa no entra casi por nada en estos productos porque las únicas minas de alguna importancia son las de Hungría y Transilvania que producen juntas unos cinco mil y cien marcos, el resto de Europa no produce mas de ciento sesenta mientras la América ecuatorial produce por sí sola unos setenta mil. La tabla siguiente presenta el detalle de estos diferentes productos.

	España y Francia muy poco.	
	Piamonte.	25 marcos
	Harz.	10
	Suecia.	8
Austria.	Salzburgo.	118
	Hungría	2600
	Transilvania.	2500
	Siberia.	3000
	Africa.	7000
	Asia meridional.	2000
	Méjico.	6754
	Colombia.	19260
	Perú	3194
	Chile.	11468
	Buenos-Aires.	2067
	Brasil.	28100

FAMILIA DE LOS PLATINIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—PLATINO.

Es una sustancia metálica, maleable, de color gris de plomo, que se aproxima al blanco de plata; presenta indicios de cristalizacion en octaedros; su peso específico es 19,50, purificada y no trabajada y 17,33 en granos naturales; es infusible é inoxidable al soplete, atacable solamente por el agua régia, y su disolucion precipita en amarillo por una sal de potasa ó de amoniaco. Es una sustancia simple de la química, pero puede estar aleada con diferentes metales, como rodio y paladio, ó al menos mezclado con ellos mecánicamente.

El platino no se encuentra mas que en granos, por lo general muy pequeños; algunas veces, aunque raras, en pepitas del grueso de un guisante, de una avellana, etc.; se han encontrado sin embargo mas considerables, algunas veces, debiendo citarse uno mas grueso que un huevo de pava, que es el que existió en nuestro Museo de Madrid, y que procedia de la mina de Condoto en Choco. Se ha encontrado en Siberia una masa de mas de un pié de circunferencia.

Este metal se encuentra generalmente diseminado en los depósitos arenáceos que hemos citado ya para el oro y el diamante; alguna vez va acompañado de esta última sustancia, pero siempre de oro en granos. Las arenas en que existe contienen fragmentos de diferentes rocas anfibólicas ó piroxénicas, hierro oligisto, hierro titanado, zircones, espinelas y corindones Boussingault ha observado tambien en granos, en filones auríferos que pertenecen á los terrenos de la diorita. En 1741 se descubrió en la América meridional y existe en gran cantidad en el Brasil, en las provincias de Matto-Grosso y Minas-Geraes; en Colombia en las provincias de Choco y Barbacoas; en Santo Domingo en el rio Yaky, y al pié de las montañas de Sibao. En 1824 se descubrió en la vertiente occidental del Ural y exactamente en algunas circunstancias en la América meridional; siempre va acompañado ó mezclado de rodio, paladio, osmio é iridio.

El platino, aunque muy abundante, no ha sido hasta ahora objeto de grandes explotaciones, y aun muchas veces se le ha desechado para evitar los fraudes que hubieran podido hacerse mezclándole ó aleándole con el oro. Es sin embargo un metal muy precioso por su inalterabilidad, y su tenacidad y seria sumamente útil en una multitud de casos si se pudiera adquirir sin grandes gastos. A pesar de ser muy caro se usa para fabricar calderas, alambiques que son muy útiles en las fábricas de productos químicos, y tambien para crisoles, cápsulas, etc., de las que se hace mucho uso en los laboratorios. Se le emplea para cubrir el oido de las armas de fuego que se hacen con lujo. Se ha tratado de emplearle en joyas, pero su poco brillo y gran peso impediran probablemente siempre servirse de él para este objeto. Se aplica con mas ventaja sobre la porcelana, ya formando adornos, ya cubriéndola totalmente, pero solo en este último caso produce algun efecto dando á la loza el aspecto de la plata.

FAMILIA DE LOS PALADIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—PALADIO.

Es una sustancia metálica de color gris de plomo ó blanco de plata, maleable y de un peso específico de 11,3 á 11,8; se funde difícilmente y es atacable por el ácido nítrico en caliente; su disolucion roja no precipita por las sales de potasa, y da un precipitado de color de aceituna por el hidrocianato ferruginoso de potasa.

Es un cuerpo simple, pero generalmente está aleado con platino é iridio. Se encuentra en la naturaleza en pajitas mezcladas con el platino del Brasil y del Ural.

FAMILIA DE LOS OSMIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—IRIDOSMINA.

(*Osmiuro de iridio, Iridio nativo*).

Es una sustancia metálica que se presenta en granos blancos, algunas veces en laminillas exagonales ó en polvo negro; su peso específico es de 19,25; es inalterable al soplete é inalterable por los ácidos; da por la calcinacion con el nitrato de potasa un olor análogo al del cloro y una masa atacable por el agua, cuya disolucion precipita en copos verdes por la adicion del ácido nítrico.

Esta sustancia se compone de una aleacion de iridio y osmio en proporciones que aun no se han fijado; un análisis de Thompson, ha dado el resultado siguiente:

Osmio.	24,5
Iridio.	72,9
Hierro.	2,6

Esta sustancia se encuentra tambien con el platino, ya en granos distintos mas ó menos cristalinos, ya en polvo fino que queda en el fondo de la vasija cuando se trata el platino bruto por el agua régia.

METALURGIA

Y

USOS DIRECTOS DE LOS METALES.

ARTICULO PRIMERO.

EXPLOTACION.

I. *Disposicion de las minas en el seno de la tierra: manera de buscarlas.*

Observaciones inexactas habian hecho creer que la presencia de los minerales en un terreno podia reconocerse por caracteres sensibles. Al presente se ha convenido en que los metales encerrados en el seno de la tierra no estan indicados con seguridad sino por *afloramientos*; es decir, por una porcion del depósito mismo del mineral puesto á descubierto. Este carácter evidente falta muchas veces, entonces se puede recurrir á otros indicios, pero sin confiar mucho en ellos. De este número son; las piedras rodadas que se encuentran en los torrentes; los filones y metales, pero compuestos de piedras coloreadas por óxidos metálicos, las aguas que tienen en disolucion sales metálicas, y mejor aun que esto el conocimiento de la constitucion general del terreno.

Los metales no se encuentran indistintamente en toda clase de terrenos. Hemos visto que eran, por ejemplo, mas comunes en las montañas de mayor altura, y sobre todo en los terrenos de transicion que en las elevadas montañas primitivas y en las llanuras de última formacion. Asi hay mas esperanza de encontrarlos en los gneiss, micasquistos, esquistos lustrosos, cal carbonatada sacaroidea etc., que en los granitos, la cal carbonatada compacta, los esquistos bituminosos, la creta, etc.

Ya hemos dicho que los metales se encuentran en el seno de la tierra de tres maneras; en filones, capas y masas, y hemos dado una idea de lo que son estas tres cosas. No hablaremos aquí de las diferentes maneras de ser en los minerales, sino para decir lo que es necesario en el arte de las minas.

Los minerales metálicos se encuentran ordinariamente en filones. Un filon puede considerarse como una hendidura llena ó vacia, que corta las capas de una montaña; su cara superior se llama *techo*, y su cara inferior *muro ó lecho*. Se llama *cabeza ó sombrero* de un filon, la parte mas inmediata á la superficie de la tierra; *salbanda* las dos grandes superficies que forman como las paredes del filon; *orilla* una pequeña capa de materia terrosa ordinariamente arcillosa que se encuentra en el filon y la roca, que constituye el terreno atravesado por el filon; *drusas ó bolsas*, las cavidades mas ó menos considerables que se encuentran en los filones, y cuyas paredes suelen estar tapizadas de cristales.

Un filon, prescindiendo de su espesor, se debe considerar como un plano, que se halla diferentemente inclinado con el horizonte y dirigido hácia uno de los puntos cardinales. Una línea horizontal tirada por el plano de un filon, se llama *línea de direccion*; su direccion hácia uno de los puntos cardinales se llama *direccion del filon*. Otra línea igualmente tirada en el plano de un filon, pero perpendicularmente á la primera se llama *línea de inclinacion*; la inclinacion de esta línea respecto al horizonte, expresa la del filon. El espesor de un filon se llama su *potencia*.

La direccion del filon se toma por medio de la brújula; y su inclinacion por medio de la plomada.

Los filones principales suelen ir acompañados de otros que se le reunen. La parte pétrea de los filones, que es ordinariamente de cuarzo, de cal carbonatada laminar, de cal fluatada, de barita sulfatada, etc., lleba el nombre de *ganga*. Los hilos de mineral que recorren esta ganga y los filones muy delgados, suelen llamarse *venas*. Cuando un filon no contiene mineral alguno, se dice que es estéril. Los mineros aplican en general este nombre á todas las piedras que no contienen mineral.

Los filones tienen casi siempre poca regularidad; se doblan, se ensanchan y estrechan de diferentes maneras. Su ganga y los minerales que contiene cambian de naturaleza ó de riqueza en diferentes puntos de su extension.

Los metales se encuentran mas rara vez en capas. Se sabe que las capas ó bancos son paralelos entre sí y con las que componen un terreno. En una capa se notan poco mas ó menos las mismas partes que en un filon.

Hay casos en que una capa de mineral no es paralela ni á las capas sobre que está colocada, ni á las que la cubren; no puede sin embargo ser considerada como un filon, si las capas que separa son de naturaleza diferente, y si no siguen la misma direccion.

Cuando se explota, ya un mineral, ya un combustible en capa, los filones que le atraviesan son considerados como accidentales y llevan nombres particulares. Se les llama *fallo ó cortadura*.

Se llama *masa* una porcion informe de mineral reunida en el seno de la tierra. Estas masas son algunas veces producidas por la reunion de varios filones, y otras por una multitud de filones pequeños que se cruzan en todos sentidos; algunas veces en fin no son mas que filones de mucha potencia.

Se encuentran tambien ciertos minerales en arena depositada en el fondo de los valles. Estos depósitos se componen principalmente de oro, mercurio, estaño, hierro, y de diferentes piedras.

Cuando se sospecha la presencia de un mineral en el seno de la tierra, se debe antes de empezar la explotacion, asegurarse de su existencia, de su riqueza y de su extension, por indagaciones preliminares y poco dispendiosas.

Si es un filon del que se observan los afloramientos se pueden hacer algunos pozos ó conducir una zanja poco profunda en su direccion. Si es una capa se llega

mas fácilmente á reconocerla por medio de un instrumento llamado *sonda* ó *taladro de montaña*, y con el cual se pueden abrir en algunos dias agujeros de 6 á 8 centímetros de diámetro, y de 100 á 150 metros de profundidad.

Este instrumento se compone de tres partes principales: el mango, que es una barra de hierro horizontal que se pasa por un anillo de la primera pieza y sirve para quitar y dar vueltas á la sonda. La barra ó cuerpo del instrumento que se compone de varias piezas ó alargaderas que se atornillan unas á otras por medio de una rosca ó de una barilla y que prolongan la sonda á medida que penetran la tierra. El taladro que termina la sonda por la parte inferior es una pieza de hierro acerado en su extremo y de forma diferente segun la naturaleza del terreno que se quiere horadar. Unas son huecas y cortantes y sirven para cortar y sacar la tierra vegetal, las arcillas, las margas y las arenas; otras son cortantes y sirven para partir las piedras blandas; otras terminan en escoplo ó en punta y sirven para cortar ó romper las rocas calizas, porfídicas, graníticas, etc.; otras en forma de cucharilla se usan para sacar el polvo producido por las anteriores á fin de poder examinar su naturaleza; otras en fin, son huecas en su interior y estan provistas de un fuerte tornillo ó de ganchos destinados á sacar las partes inferiores de una sonda que se hubiera roto en el agujero.

Cuando hay que atravesar tierras blandas, se hace obrar la sonda dando vueltas, pero si son piedras duras las que se quieren atravesar, se levanta la sonda y se la vuelve á dejar caer girando un poco á fin de romper las piedras por medio de este choque. Compréndese que el minero necesita valerse de palancas y poleas para levantar y hacer girar la sonda que se hace tanto mas pesada cuanto mas profundo es el agujero.

Con la sonda se pueden abrir agujeros horizontales, y agujeros perpendiculares, yendo de arriba á abajo y aun algunas veces desde abajo arriba cuando se ha llegado á un subterráneo. Por este medio se reconoce la naturaleza del terreno que se taladra, y las materias útiles que puede contener. Por medio de muchos agujeros de sonda colocados convenientemente, se puede juzgar de la direccion, de la inclinacion, potencia y riqueza de las capas ó de los filones del mineral. Finalmente este instrumento es muy útil para buscar los manantiales, para dar salida en las minas á las aguas que entorpecen los trabajos y algunas veces para introducir en ellas el aire que es necesario.

II. *Extraccion del mineral.*

Cuando se ha reconocido por los medios que acabamos de indicar la posicion de un filon ó de una capa, y cuando por medio de los ensayos químicos se ha podido apreciar la riqueza del mineral, se trata de llegar á él, para extraerle del seno de la tierra.

Se consigue esto por medio de caminos subterráneos que se llaman *pozos*, cuando son perpendiculares, ó muy oblicuos, y *galerías*, cuando son horizontales ó muy poco inclinados. Se emplean estas diferentes clases de caminos, segun la diferente situacion de los filones ó de las capas.

Si se quiere explotar un filon situado en la parte media de una montaña, se abrirá una galería sobre este mismo filon en su direccion y en su parte mas baja posible. Al llegar al interior de la montaña se abriran pozos subiendo y bajando, pero siempre siguiendo el filon. Se llevaran hasta la *luz*, es decir, hasta la superficie de la tierra, uno ó mas de los pozos ascendentes para dar á los trabajos interiores el aire que necesitan. De ochenta en ochenta metros se abriran en la primera galería pozos paraleles entre sí y de cuarenta en cuarenta metros próximamente se reuniran estos pozos por galerías horizontales ó paralelas. De esta manera se dividirá el filon en grandes trozos casi rectangulares. Estos trozos son los que hay que sacar casi completamente cuando se componen de mineral en su totalidad.

Tal es en pocas palabras la manera de atacar un filon cuando está situado en una montaña, es visible en la pendiente de esta montaña y ademas casi plano, regular y constante en su direccion; circunstancias que rara vez se encuentran reunidas.

Si el filon está situado en una llanura ó en una montaña tan ancha, que no se le puede atacar por los costados, se comprende que es preciso llegar á él abriendo pozos en su direccion. Estos pozos se abren unas veces en el filon mismo, y entonces son casi siempre oblicuos; otras veces son perpendiculares y estan situados de manera que cortan al filon á cierta profundidad. Hay muchas razones en favor de uno y otro método, como indicaremos mas adelante. Pero por lo general, es preciso llegar primero hasta cierta profundidad, y explotar despues la mina subiendo. Las ventajas de este método, son: 1.ª desembarazarse pronto de las aguas que se reunen en las partes bajas trabajando siempre en seco en los filones; 2.ª dejar la superficie del suelo entera y con toda su consistencia.

Cuando por el contrario se empieza la explotacion hácia la superficie de la tierra, se quita el suelo por su solidez, se abre paso á todas las aguas superiores, y los trabajos inferiores se hacen cada vez mas difíciles y aun algunas veces impracticables.

Cuando se trata de atacar á una capa se practica poco mas ó menos lo mismo, es decir, que se abren pozos para llegar á ella sino se presenta ninguna parte en la pendiente de la montaña ó si está situada bajo una llanura, etc.

Los obstáculos que hay que vencer en la ejecucion de estos trabajos preliminares, obstáculos que se encuentran igualmente en la continuacion de los trabajos de explotacion, son: la dureza de la roca, ó su poca consistencia; la abundancia de aguas, y la falta de aire respirable.

Para abrir la tierra, se emplean, segun su dureza diferentes medios; si es una tierra movediza y propensa á desplomarse, basta la azada y la pala ordinarias. Si la roca se compone de grandes masas que se desprenden fácilmente por hendiduras naturales, los instrumentos que se emplean, son, el pico y las palancas; pero si la roca es sólida y compacta, hay que hacer uso de barrenos de pólvora.

Se empieza por desprender por lo menos una cara de la especie de paralelipípedo que se quiere separar en la roca en que se cava; se abre entonces en la roca un agujero cilíndrico de tres á cuatro y medio decímetros de profundidad, y dos ó tres de diámetro; se coloca este agujero de manera que sea poco mas ó menos paralelo á la cara libre del peñasco que se quiere hacer saltar y á dos ó tres decímetros de distancia de esta cara, segun la naturaleza de la roca. Para hacer este agujero se usa una especie de taladro de hierro acerado á su extremidad que se llama *florete*, y que suele estar terminado en escoplo ó cincel con el filo bastante romo. El minero tiene en una mano el florete y le clava en la roca, dándole vueltas mientras que le golpea con un martillo de hierro que tiene en la otra mano. Los primeros floretes que emplea, son cortos, los últimos son largos y mas delgados. Una especie de rasqueta ó raspador le sirve para sacar el polvo que se forma á medida que el agujero es mas profundo. Cuando el agujero está hecho y limpio y las cavidades laterales que se encuentran en la roca han sido tapadas con arcilla, el minero coloca en él el patron ó cartucho que contiene de seis á doce decágramos de pólvora. Pincha este cartucho con una larga aguja de cobre que se llama alfiler y que deja en el agujero mientras

le llena de arcilla bien apretada; entonces saca el alfiler que ha formado un canal en el cual el minero introduce una barrita de hojas de caña frotada con una pasta de pólvora. Al extremo de esta pajilla aplica una mecha azufrada que enciende, y la cual arde con una lentitud suficiente para dar al minero tiempo de alejarse. Estalla el golpe y desprende una gran masa de roca si el agujero ha sido bien colocado y dirigido.

La abertura de la roca con la pólvora es muy preferible á la que se hace con instrumentos, puesto que cuesta menos cara. No se usan pues aquellos sino en los casos en que no se puede usar la pólvora; á saber: 1.º cuando el mineral que se quiere separar es precioso; 2.º cuando la roca es cavernosa, lo cual hace casi nulo el efecto de la pólvora; 3.º cuando puede temerse que la conmocion causada por la explosion produzca en las minas poco sólidas hundimientos peligrosos.

Por lo demás, ya se emplee uno ú otro medio para abrir la roca debe hacerse lo posible para que el trabajo sea mas fácil y mas pronto, procurando que la masa que se ataca se desprenda siempre por una, dos y aun tres caras. El efecto de la pólvora ó de las erramientas es entonces mucho mas poderoso.

Los antiguos que no conocian el uso de la pólvora ablandaban la roca cuando era demasiado dura, calcinándola por medio de un fuego vivo que dirigian contra ella. Este medio bastante eficaz, se ha abandonado casi completamente, porque tiene muchos inconvenientes, y sobre todo porque es muy caro en razon á la leña que consume. Se ha usado bastante en Sajonia, Hartz, Noruega y Transilvania. Algunas veces tambien hay necesidad de usarle para ablandar ciertos cuarzos y granitos demasiado duros para ser fácilmente penetrados por los floretes.

Si el terreno en que se abren los caminos subterráneos que conducen al criadero del mineral es sólido y compacto, se sostiene por su propia agregacion, con tal que no se abran en él cavidades demasiado espaciosas; pero sucede frecuentemente que el terreno es movible, desmoronadizo, como arena, y entonces es preciso sostenerle por medio de los vestimientos de madera ó piedra. Los primeros se llaman enmaderados, y los segundos amurallados.

El enmaderado es el medio que mas se usa; el de las galerías, es algo diferente del de los pozos. Si se trata de establecer una galería de un terreno poco sólido, se sostienen los costados por pilares de madera colocados oblícuamente, y se sostiene el cielo raso por medio de una traviesa llamada *viga de cornisa*, cortada de manera que esté sostenida por los pilares é impidan á estos que se junten, y sin que sus cortes adelgacen las piezas de madera. En los terrenes desmoronadizos se ponen detrás de estas piezas tanto en el techo como en las paredes, tablas colocadas horizontalmente que sostienen las piedras mas pequeñas. El minero coloca ó hace colocar estos revestidos á medida que avanza; pero si trabaja en un terreno movedizo, por ejemplo en arena ó en fragmentos, necesita ir colocando antes las maderas, entonces clava á golpe de mazo tablas gruesas y puntiagudas, que forman las paredes de la cavidad que quiere abrir; una de las extremidades de estas tablas está sostenida por los puntales colocados ya, y que el minero continúa colocando á medida que avanza.

Los pozos de minas que deben ser enmaderados, son siempre rectangulares, no solo para hacer mas fácil la colocacion de las maderas, sino por otros motivos que se indicaran despues. Como las tierras ejercen una presion igual por las cuatro caras, se sostienen por cuadros rectangulares de carpintería que se colocan algunas veces á medida que se profundiza el pozo, pero por lo general se colocan al subir. Estos cuadros reemplazan entonces á el enmaderado provisional que se habia puesto al abrir el pozo. Las piezas del primer cuadro se prolongan por sus extremidades fuera de los bordes exteriores de dicho cuadro y se sostienen apoyándose en el suelo.

Como es necesario conservar á las maderas toda su solidez, no se escuadran las que se ponen en las galerías, pero se les quita la corteza porque se ha observado que se acelera la destruccion de las maderas conservando su humedad; se escuadran las maderas de los pozos.

La madera de abeto, de alerce, etc., que se llaman vulgarmente maderas resinosas y en Alemania maderas de agujas, duran por lo menos diez años, y por consiguiente mucho menos que las maderas de hojas, como las encinas, hayas, etc., que duran algunas veces cuarenta años. Las maderas resinosas se emplean sin embargo con bastante frecuencia en las minas, porque crecen comunmente en los paises de montañas que son al mismo tiempo paises de minas.

Se ha observado que las maderas se conservan tanto mas tiempo, cuanto el aire en las minas es mas puro y mas corriente ó ventilado.

Los pozos y las galerías que deben servir mucho tiempo, se revisten de muros, cuyas piedras son algunas veces puestas en seco, pero mas comunmente unidas por un cimento. El corte exacto que exigen las piedras puestas en seco, causa casi siempre un gasto mucho mayor, que el que puede costar el cimento.

Cuando se ha llegado á alguna profundidad en la tierra por las galerías, y sobre todo por los pozos, se encuentran manantiales de agua que interrumpen los trabajos, y que aun se opondrian á su continuacion, si no se poseyesen algunos medios para desalojarla. La mayor parte de estos medios pertenecen esencialmente á la mecánica y nos contentaremos con indicarlos, sin detenernos á describirlos. Hay tres maneras principales de dar direccion á las aguas; que son, la entivacion, las máquinas de sacar agua, y las galerías de desagüe.

Cuando abriendo un pozo se encuentran manantiales, se puede muchas veces impedir su expansion en los pozos, revistiendo las paredes de este por medio de la entivacion. Esta consiste en maderos de encina apretados unos contra otros á la manera de las duelas de una cuba, y tan juntos y sostenidos que no dejen entre sí paso alguno al agua. Se llena de musgo y aun de argamasa el espacio vacío que queda entre estas piezas de madera y las paredes del pozo; por este medio se detienen manantiales considerables.

Cuando este procedimiento no es practicable, ó cuando es insuficiente se abren en una ó muchas partes de la mina, y particularmente en la parte inferior de los pozos, cavidades llamadas sumideros, en las cuales se juntan todas las aguas; en seguida se sacan con cubos ó bombas.

El tercer procedimiento de desagüe es el mas seguro y el mas económico; pero para usarle es preciso que la mina esté en una montaña y que la mayor parte de los trabajos se hallen un poco mas arriba del fondo del valle mas bajo que limita esta montaña. En este caso se cubre á la profundidad posible una galería que se llama galería de desagüe, y que conduce al valle por una pendiente suave, todas las aguas de los trabajos superiores. Si hay trabajos inferiores á esta galería, se usan las bombas establecidas en el interior de la mina para hacer subir las aguas que se hayan reunido en ellos, y se vierten en la galería de desagüe

Estas galerías son tan útiles para la salida de las aguas que no se teme hacer los mayores gastos para establecerlas en explotaciones que prometen larga duracion. A veces se da á estas galerías algunas leguas de longitud, y á veces tambien pueden estar dispuestas de manera que se saquen las aguas de varias minas, como se ve en las cercanías de Freiberg.

Se ha observado que los manantiales abundantes

se encuentran mas bien hácia la superficie del suelo, que á grandes profundidades. En estas profundidades la roca se vuelve mas seca y dura, y si se ha conseguido detener todas las aguas superiores, apenas se encuentran nuevos manantiales.

Cuando las galerías ó los pozos son profundos y ademas no tienen mas que una sola abertura al exterior, el aire que se halla á su extremidad no puede renovarse por ninguna corriente, en cuyo caso se *vicia*, las luces no arden en él y los trabajadores no pueden respirarle.

La circulacion del aire se restablece, haciendo comunicarse si es posible éstas galerías ó pozos, con otros cuyas aberturas al exterior no esten al mismo nivel que las de los conductos ó subterráneos donde se halla estancado el aire; pero como para establecer esta comunicacion, se necesita generalmente trabajar en estos mismos subterráneos, se puede purificar su aire por medios mas prontos y mas directos. Basta algunas veces formar en el suelo de la galería ó en uno de sus ángulos un conducto de tablas, que se prolonga algunos metros mas allá de su abertura al exterior, ó colocar en él tubos de madera. Este conducto establece una corriente de aire suficiente para renovar el que está viciado; pero si este medio no basta, se puede hacer mas activo construyendo un horno ó estableciendo un ventilador al extremo del conducto artificial. Estas máquinas de ventilacion se conservan hasta que la galería ó el pozo se encuentren naturalmente ventilados por su comunicacion con los demás trabajos de la mina.

Algunas veces sucede en las minas donde el aire podria circular por todas partes, que este fluido toma el camino mas corto y no atraviesa las obras mas profundas; entonces se le obliga á penetrar en ellas cerrándole el camino mas corto por medio de trampas.

El aire está viciado en el fondo de las minas, no solamente por la respiracion de los obreros y la combustion de las lámparas, sino tambien por causas que dependen del suelo mismo; asi las piritas en descomposicion, las rocas de hornblenda que parecen contener carbono, las hullas, esquistos bituminosos, las arcillas mismas contribuyen á viciar el aire. Algunas de estas sustancias despiden unas veces gases deletéreos que son verdaderos venenos, tales como el gas hidrógeno, que contiene ázoe; otras gas hidrógeno carbonado ó sulfurado, que inflamándose á la aproximacion de las lámparas de los trabajadores produce detonaciones peligrosas. Se ha observado que estos gases se mantienen en la parte superior de las galerías y de las demás cavidades subterráneas. No hay medio seguro para trabajar en estos subterráneos, como no sea renovar completa y constantemente el aire por uno de los procedimientos que acabamos de indicar. Cuando el aire no está viciado hasta el punto de ser impropio para la vida, pero lo está sin embargo lo bastante para oponerse á la combustion de las lámparas ordinarias, se puede hacer uso de las inventadas por Humboldt. Estas lámparas tienen un reservatorio de aire y otro de agua: este último, comprimiendo el aire le derrama por una ó mas aberturas sobre la mecha de la lámpara y alimenta de este modo la llama.

Los mineros iluminan sus trabajos ya con bujías sostenidas en una especie de palmatoria de hierro terminada en punta; esta punta sirve al minero para clavar la palmatoria en las hendiduras de las rocas ó para prenderla en su sombrero cuando quiere tener las manos libres para bajar á la mina. Otras veces se sirven de lámparas de hierro herméticamente cerradas y suspendidas de manera que el aceite no se pueda salir; otras veces, en fin, usan linternas pequeñas sujetas á su cintura. Cuando se trabaja en minas que contienen gas hidrógeno detonante, no se puede usar ninguno de los métodos anteriores; para estos casos se hace uso de la lámpara de seguridad inventada por Davy, cuya descripcion hemos hecho en otro lugar.

Acabamos de indicar los principales trabajos que se ejecutan para llegar hasta el mineral, los obstáculos que se encuentran y la manera de vencerlos. Veamos ahora cómo se arranca el mineral de su depósito, y cómo se saca fuera de la mina.

Hemos supuesto que el mineral estaba encerrado en un filon casi plano y de uno á dos metros de potencia. Hemos dicho que se le habia dividido por galerías y pozos en grandes piezas rectangulares poco mas ó menos, que es preciso sacar lo mas completamente posible.

Los mineros colocados en las galerías, que siguen el filon, pueden sacar ó la masa que se halla sobre su cabeza, ó la que está debajo de sus piés. En ambos casos proceden cortando esta masa en forma de escalera. Este género de explotacion se llama obra en *escalones ascendentes*, ó en *escalones descendentes*, y se ejecuta del siguiente modo.

Cuando se quiere explotar el filon en escalones descendentes, se construye en los pozos á 10 ó 13 decímetros mas abajo del suelo de la galería, un andamio sobre el cual se colocan uno ó dos mineros segun la potencia del filon. Estos mineros empiezan por quitar dos paralelipípedos que tienen juntos de 10 á 13 decímetros de altura, por 6 ú 8 metros de longitud. Cuando se llega al tercero se colocan nuevos mineros en el mismo pozo, pero de 10 á 13 decímetros mas bajos que los primeros. Estos forman la segunda hilada de escalones, mientras que los otros siguen prolongando la primera. Cuando los segundos mineros han levantado dos paralelipípedos de la segunda hilada, se hace atacar la tercera por otros mineros y asi sucesivamente para la cuarta, quinta, etc.; por medio de estos trabajos se forma una especie de escalera de grandes escalones, sobre la cual un gran número de mineros pueden atacar al mismo tiempo el filon sin estorbarse mutuamente y las partes que tienen que quitar, presentan siempre por lo menos dos caras libres, por lo cual son mas fáciles de desprender, ya sea con la pólvora, ya con herramientas.

En la continuacion de este trabajo, hay dos condiciones que llenar: 1.ª desembarazarse de los escombros; y 2.ª sostener las paredes de las rocas que no tienen sosten puesto que se ha sacado el filon.

Se llenan estas dos condiciones construyendo detrás de los mineros andamios que se colocan á dos ó tres metros unos de otros. Estos andamios sostienen las paredes del filon y reciben los escombros. Se comprende la necesidad que hay de darles una fuerza suficiente para producir este doble efecto.

En la obra en escalones ascendentes, el minero al atacar el filon, le da la figura de la parte inferior de una escalera. Si es el ángulo de la masa del mineral el que se quiere atacar asi, se coloca el minero en el pozo sobre un andamio y enfrente de este ángulo; y hace desprender un paralelipípedo de 15 decímetros de alto y 6 á 8 metros de largo. Cuando ha avanzado de este modo en la masa, se coloca en el mismo pozo otro minero que ataca al filon á 15 decímetros mas arriba del primero; este hace saltar otro paralelipípedo, mientras que el primero continúa avanzando siempre. Cuando el segundo minero ha avanzado 5 ó 6 metros, se coloca un tercero, siempre en el mismo pozo. Este forma el tercer escalon, mientras los primeros adelantan los suyos y asi sucesivamente.

Se comprende que adelantándose el primer minero sobre la galería, es necesario que esta esté abovedada, ó que el enmaderado de su techo sea muy sólido; porque este techo está destinado á sostener no solo á todos los mineros, sino los escombros que vayan resultando de sus trabajos y que deben servir para llenar la excavacion que forman, y al mismo

tiempo para elevarlos lo suficiente, á fin de que puedan trabajar con comodidad.

Estas dos clases de obras en escalones, tienen ventajas é inconvenientes particulares, y son preferidos segun las circunstancias.

En la obra que se hace descendiendo, el minero se halla colocado sobre el suelo del filon, trabaja delante de sí y con comodidad, y no se halla expuesto á los pedazos que pueden desprenderse del techo. Como el camino que ha seguido para adelantar su trabajo está lleno con los escombros que echa tras de sí, sale por la parte inferior del escalon, y por este mismo punto es por donde se saca el mineral. Pero este género de obra exige mucha madera para sostener los escombros, y como la madera se pierde, se prefiere trabajar subiendo en los paises en que la madera es rara.

En los escalones ascendentes el minero está obligado á trabajar en el techo y se sostiene sobre los escombros que hay á sus piés. Cuando estos llegan á ser abundantes, se conserva un pozo por el cual se arroja á la galería inferior el mineral escogido. Este escogimiento ó apartado es mas difícil que en la obra descendente porque el mineral rico se confunde frecuentemente con los escombros sobre que cae.

Cuando el filon es muy estrecho hay necesidad de quitar una porcion de la roca estéril que le encierra á fin de dar á la obra una anchura suficiente para que el minero pueda penetrar en ella. Si en este caso el filon es muy distinto de la roca, se puede, para hacer el trabajo mas pronto y la separacion del mineral mas fácil, desprender el filon por una de sus caras y en cierta extension, lo cual se hace atacando la roca separadamente; esta operacion se llama despojar el filon. Cuando está desprendido de este modo, una porcion de pólvora basta para desprender una gran masa que no está mezclada con piedras estériles. En este caso el minero no da al espacio en que trabaja mas que la anchura indispensable para poderse mover con libertad.

Tal es la manera mas usual de explotar los filones de mediana anchura, es decir de dos metros próximamente, sin contar con muchos detalles que hemos omitido por no ser propios del caso. Vamos ahora á ocuparnos de los principios de explotacion de las minas en capas ó en masas, los cuales como se verá son muy diferentes de los anteriores.

Cuando el mineral forma montones ó masas voluminosas, se comprende que no podria extraerse en totalidad, sino haciendo excavaciones inmensas cuyas paredes no podrian sostenerse sin grandes gastos. Se puede en verdad reemplazar los puntales artificiales dejando masas de mineral de trecho en trecho; pero por este procedimiento se pierde una gran cantidad de mineral que no se puede recobrar despues.

Entre los diferentes métodos de explotar las minas en masa, elegiremos el que se llama obra al través, porque nos parece que es el mas ventajoso y el que puede aplicarse en mayor número de casos.

Supongamos que se trata de explotar una capa ó un filon de 18 metros de potencia y ligeramente inclinado al horizonte. Se abre en el terreno sólido y al lado del muro, un pozo, al cual se da cierta profundidad; se abre entonces una galería transversal que va á parar á la capa; al llegar al muro se conduce á la capa misma una galería de prolongacion. De esta galería y á distancias iguales con 9 ó 10 metros lo menos segun la solidez de la capa, se hacen partir galerías transversales que se llevan hasta el techo enmaderándolas si es necesario. Despues de sacar todo el mineral producido por la apertura de estas galerías, se quita el enmaderado y se llenan enteramente con los escombros de una mina ó con los que se introducen. Despues de llenas se abren á derecha é izquierda de estas galerías, otras galerías nuevas y se las lleva hasta el techo como las primeras, se quitan las maderas y se llenan; por último, entre estas se abren otras nuevas y se saca todo el mineral llenándolas tambien.

Asi, pues, se ha quitado á la capa un pedazo horizontal de mineral de 12 decímetros de espesor próximamente, y se ha reemplazado por escombros que sostienen las masas superiores y laterales, y que se apoyan en la masa inferior no explotada todavía. Para sacar otra cantidad de mineral igual á esta se abre una nueva galería de prolongacion sobre el muro ó lecho: el cielo de la primera sirve de piso á esta. De esta galería se hacen partir otras transversales dispuestas como las que hemos descrito. Entonces se ve que se anda sobre los escombros inferiores, y hay necesidad de apoyar los puntales en pedazos horizontales de madera llamados *soleras*. A medida que se saca el mineral de esta segunda zanja por medio de las galerías, se llenan estas de escombros, sobre los cuales se establece una tercera obra, y asi sucesivamente.

Por este medio se extrae todo el mineral de una capa sin dejar nada para formar puntales y se le reemplaza con escombros que de cualquier parte que vengan son siempre menos caros que el mineral que se dejase para servir de pilar aunque fuese la misma hulla. Sin embargo cuando el mineral es muy friable, se cree que se debe dejar para mayor seguridad de trecho en trecho pilares gruesos que suban perpendicularmente desde el fondo. Estos pilares estan sostenidos por escombros que se echan entre ellos, y cuando los escombros se han afirmado con el tiempo, se pueden entonces desprender los pilares mismos y reemplazarles con piedras estériles. El método de las *obras al través* se puede aplicar como se ve á todas las minas en masa cuyo mineral tiene mucho mas valor que los escombros con que se reemplaza.

Nos ha sido preciso pasar en silencio una multitud de hechos, de detalles y de precauciones que son muy importantes en la práctica.

Hay ciertos casos en que la capa de mineral ó de combustible que se ha de explotar es tan delgada que se hace preciso no separar con ella sino la menor cantidad posible de roca, para que su extraccion sea productiva. Si esta capa es horizontal ó poco menos, el minero casi desnudo trabaja tendido, y descalzo, por debajo la capa del mineral; llena de él una especie de carreton muy plano, le sujeta á su pié y le saca á la rastra de su taller de explotacion. Se llama *trabajo á cuello torcido*, este género de explotacion que es sumamente fatigoso para el minero. De trecho en trecho se sostiene la parte superior de la capa con tarugos de madera.

Asi es como se explotan algunas capas de las minas de cobre de Mansfeld, la marga plumbífera de Tarnowitz en Silesia, las capas de ulla de Hahlcreuzer en las cercanías de Meisenhein en el país de Deux-Ponts, etc.

El mineral arrancado de su criadero por los diferentes métodos que acabamos de indicar, es sacado fuera de la mina por diferentes medios. En primer lugar es preciso transportarle á la parte inferior de los pozos, al sitio que se llama punto de depósito; en muchas minas se usan para este transporte unos carretones particulares que son ordinariamente cajas con cuatro ruedas; dos grandes colocadas un poco detrás del centro de gravedad, y dos pequeñas colocadas delante. Cuando este carreton está quieto, se sostiene sobre sus cuatro ruedas y se inclina un poco hácia delante; pero cuando el minero empujándole hácia delante, se apoya en su borde posterior, le conduce horizontal y entonces no descansa mas que sobre sus ruedas grandes. Se evitan por este medio los rozamientos que resultarian del uso de las cuatro ruedas, y el minero no lleva mas que una parte de la carga, como sucederia si se empleasen los carretones ordinarios.

Para disminuir entonces el tiro, se guarnecen con listones longitudinales de madera, y aun algunas veces de hierro fundido, las partes sobre que pasan las ruedas. De esta manera un minero puede rodar durante ocho horas, cerca de dos á tres mil quilógramos y aun mucho mas si la galería tiene pendiente.

Como las galerías no tienen exactamente mas que el ancho necesario para el paso de los carretones, se practica algunas veces en su piso una ranura, en la que resbala una punta fija por debajo de los carretones. Esta punta llamada *clavo de conduccion*, mantiene el carreton en su direccion y le impide chocar con los maderos, pero este procedimiento aumenta mucho los roces y por consiguiente el tiro.

En las grandes minas, como las de hulla y de sal, se introducen algunas veces caballos para el tiro de los carretones: en otras, como en las de Worsley, condado de Lancastre, se establecen canales subterráneos por donde se transporta el mineral con barquillas. Tambien se ha propuesto acarrear el mineral por medio de las mismas máquinas que sirven para elevarle.

Ahora solo resta elevar el mineral por los pozos cuando las minas no terminan al exterior por medio de galerías.

Cuando los trabajos de una mina empiezan y son poco profundos y poco activos, basta colocar sobre los pozos un torno ó cabria por medio del cual se elevan cestos ó sacos llenos de mineral; pero este medio es á poco tiempo insuficiente, y hay necesidad de emplear máquinas de mas fuerza: entre ellas, la que se llama *máquina de moleta ó baritel*.

Esta máquina se compone de un eje vertical que en su parte superior tiene dos tambores de madera, cada uno de la figura de un cono truncado y colocados uno sobre otro base contra base. En cada uno de los tambores se arrolla un cable que despues pasa por unas poleas situadas sobre la abertura del pozo. A cada cable está sujeto un gran cubo ó cajon guarnecido de hierro destinado á contener el mineral, y aun algunas veces las aguas de la mina cuando no son muy abundantes; el eje de los tambores tiene unas palancas, á las cuales se uncen bestias para hacerle girar, y como los cables que sostienen las cajas estan arrollados en sentido inverso, cuando uno sube del pozo, el otro baja. Cuando la caja llena empieza á subir, el peso del cable que está enteramente desarrollado la hace mucho mas pesada que cuando está inmediata á la abertura del pozo, porque entonces está contrabalanceada por el peso de todo el cable de la caja descendente. Para destruir en lo posible esta desigualdad en las resistencias que se han de vencer, se hacen los tambores cónicos.

Los caballos que hacen girar las máquinas de moletas, estan enseñados á parar á la primera señal, y á volverse para hacer mover las máquinas en sentido contrario, y bajar la caja que ha sido vaciada.

Cuando se emplean toneles, como son muy pesados, se les suspende por medio, de manera que se les pueda volver con un ligero esfuerzo. Llegados que son al borde del pozo, son detenidos por un gancho que los vuelca, y el mineral que contienen cae en un gran cajon colocado cerca de este borde. Se prefieren las cajas á los cubos porque se les puede hacer deslizar con mas facilidad por unas canales practicadas en las paredes del pozo; cuando llegan fuera, se coloca debajo de ellas un travesaño, se hace volver á los caballos, la cuerda se afloja, y la caja vuelve á bajar; pero detenida por el travesaño, hace ella misma de báscula y vierte su contenido en el cajon grande.

Hay circunstancias en que es importante detener la máquina en el momento, y sin el auxilio de los caballos. Para esto, se adapta á las máquinas de moleta otra máquina que se llama *freno*. Estas son dos largas vigas colocadas cada una á un lado del tambor; estan provistas de una pieza cóncava que abraza la convexidad del tambor. Estas vigas estan dispuestas de modo que abrazan el tambor, y le aprietan fuertemente cuando se aproximan por medio de unas barras de hierro unidas á un rodillo giratorio. Cuando se mueve este rodillo, se acercan las dos vigas, aprietan el tambor y detienen la máquina por grande que sea el esfuerzo de los caballos ó el peso del mineral.

Los bariteles son á veces movidos por corrientes de agua, y algunas veces por máquinas de vapor. Estos diferentes medios se usan segun las circunstancias locales.

Despues de haber presentado la serie de los diferentes trabajos de las minas en el órden en que se ejecutan, debemos tratar de algunas pequeñas partes de las minas, que aunque sirven para muchos usos, no han podido ser descritas completamente antes de que se hubieran dado á conocer estos usos. Dichas partes son: los pozos y las galerías considerados de una manera general.

No hemos considerado los pozos sino como conductos casi perpendiculares que van desde la superficie de la tierra hácia la parte que se quiere explotar; pero sirven ademas para la introduccion del aire en las minas, para la entrada y salida de los trabajadores, para la extraccion de los minerales y de los escombros, y para recibir las máquinas hidráulicas destinadas á sacar las aguas. Estos diferentes usos de los pozos exigen, que se tomen precauciones particulares en su construccion.

Un pozo principal, es decir, el que sirve para la mayor parte de los trabajos que acabamos de numerar, tiene la forma de un rectángulo de unos 12 decímetros de ancho por 40 ó 50 de largo; ordinariamente está dividido en tres partes casi iguales. En una estan colocados los cuerpos de bomba de las máquinas hidráulicas, la escalera perpendicular por donde los mineros suben y bajan, y algunas veces los tubos de ventilacion. Las otras dos partes sirven para la circulacion de las cajas del baritel; siempre estan separadas del paso de los obreros, pero no siempre estan divididas entre sí. Es sin embargo importante tomar todas las precauciones necesarias para impedir á los cubos engancharse al subir ó bajar.

Los pozos del interior de la mina que no sirven sino para trabajos pequeños, y que por consiguiente no tienen á su entrada mas que una cabria, los que estan destinados á servir para buscar el mineral, para la ventilacion etc., y en fin, todos los que no tienen mas que un solo uso, son mas pequeños que los pozos principales y no tienen apenas mas de 12 decímetros de ancho por 24 de largo.

Los pozos son unas veces perpendiculares cualquiera que sea la direccion del filon, y otras son oblícuos, siguen la inclinacion del filon, y aun se hallan situados sobre su masa ó piso.

Siendo los primeros mas cortos que los segundos, cuestan menos de abrir y de enmaderar, y los cubos estan en ellos libremente suspendidos.

Los pozos oblícuos abiertos en el filon mismo, tienen por primera ventaja no haber costado nada de establecer, puesto que al abrirlos se extraia al mismo tiempo el mineral, y esta ventaja es importante. Los cubos deslizándose por un plano inclinado, experimentan en verdad rozamientos que hacen la salida mas difícil, que los desgastan y desgastan las maderas, pero tambien disminuyen de peso; y si estas cubas se transforman en cajas que ruedan sobre listones bien unidos, el rozamiento se reduce á muy poco. Hay casos, pues, en que los pozos oblícuos son preferibles á los perpendiculares.

Las galerías reciben diferentes nombres segun sus diversos destinos, y varían tambien en sus dimensiones.

Se llaman galerías principales las que sirven de reunion á varios puntos de explotacion y que condu-

cen á los pozos principales. Como la circulacion de los minerales y de los carretones es muy activa en estas galerías, se les da próximamente 15 decímetros de anchura por 2 metros de altura á partir desde el tablado que forma el pavimento bajo el cual se abre una reguera que conduce las aguas al sumidero del pozo á fin de que las máquinas hidráulicas le saquen fuera.

Las segundas galerías grandes, son las que se llaman galerías de desagüe, y de las cuales hemos tratado particularmente.

Se llaman galerías de prolongacion, las que se abren paralelamente á la direccion del filon ó de la capa, y ordinariamente sobre su muro. Se les da con corta diferencia las mismas dimensiones que á las galerías principales.

Se llaman galerías de travesía, á las que conducen de un punto á otro de la explotacion para establecer una nueva comunicacion entre los trabajos ó para ir en busca del mineral. En este último caso se llaman tambien galerías de investigacion. Como ordinariamente estan abiertas en roca estéril no se las da mas que de 8 á 9 decímetros de anchura por 14 ó 15 de altura. Se llaman tambien travesías ó cortaduras, las galerías que se abren desde el muro al techo de las capas ó de los filones anchos. En los paises en que las minas son abundantes y estan vigiladas particularmente por el gobierno, los mineros forman un cuerpo aparte y aun se hallan sometidos á una disciplina severa para el órden de los trabajos y para la paga. No trabajan mas que seis y mas comunmente ocho horas; pero sus trabajos son continuos y se les releva cada seis ú ocho horas por otros mineros. Tienen tambien un trage particular cuyo objeto es ponerlos en lo posible al abrigo de las incomodidades que pueden causarles el agua, el lodo, las piedras agudas, y demás que encuentran en los sitios en donde trabajan.

ARTICULO II.

PREPARACION MECÁNICA DEL MINERAL.

Antes de someter los minerales impuros arrancados de sus criaderos á las operaciones metalúrgicas que deben separar de ellos completamente el metal, se les hace sufrir operaciones preliminares que tienen por objeto separar el mineral puro de las materias petrosas que le envuelven.

Cuando el minero ha arrancado por medio de la pólvora ó del pico un pedazo del filon ó de la capa metálica que explota, hace en el interior de la mina una separacion primera de las partes de roca que no contienen sustancia alguna metálica y que son abandonadas para servir de escombro, y de las partes de filon que contiene el mineral. Estas últimas son las que se sacan fuera de la mina y se llevan á los sitios en que estan establecidos los bancos de separacion. Estos son una especie de banquetas elevadas, divididas en cajas que tienen en su fondo una plancha de hierro fundido. Algunos mineros viejos, niños y hasta mujeres se ocupan en recoger el mineral, trozo por trozo, en romper con un martillo los que son demasiado grandes, y en limpiar los que estan muy mezclados con ganga, etc. Por esta operacion se divide el mineral en tres clases principales: 1.ª, la roca ó ganga que se tira; 2.ª, el mineral para machacar, y 3.ª, el mineral puro; estas tres clases se dividen todavía segun las especies de mineral que cada una contiene, y segun sus diferentes grados de riqueza.

Algunas veces se coloca el mineral al salir de la mina, sobre rejillas de hierro, llamadas *rejillas inglesas*; donde se hace caer una corriente de agua que le lava, y que hace pasar los pedazos mas pequeños al través de las barretas de la rejilla. Las aguas que han servido para este lavado son recogidas en estanques donde depositan el mineral que hayan podido arrastrar.

Se hace tambien el apartado de tamaño por medio de una máquina llamada *criba de doble báscula*. Esta consiste en dos cajas inclinadas en sentido contrario, á las cuales el árbol giratorio del bocarte les comunica un movimiento de báscula. Estas cajas estan guarnecidas en su fondo de cribas de diferentes dimensiones. Se introduce el mineral en la caja superior y se conduce encima una corriente de agua que le lava y le hace recorrer las dos cajas. Asi se divide en pedazos de diferentes tamaños por las diferentes cribas al través de las cuales pasa.

Hay ademas otros procedimientos de separacion y de criba, y otras máquinas para ejecutarlos; pero semejantes detalles no son de este lugar.

Los minerales demasiado duros para ser partidos con la mano y los que estan envueltos en mucha ganga, son partidos y aun triturados por una máquina que se llama bocarte.

Esta máquina consiste en varias piezas de madera movibles colocadas verticalmente y sostenidas en correderas de carpintería. Estas piezas estan provistas en su extremidad de una masa de hierro. Un árbol que se mueve por el agua y gira horizontalmente, sujeta estas especies de pilones por medio de ciertas partes salientes que entran en una escotadura de los pilones. Estos son alzados sucesivamente y caen en una artesa longitudinal abierta en el suelo, y cuyo fondo está guarnecido ó de placas de hierro fundido, ó de piedras duras. En esta artesa, y debajo de los pilones, se coloca el mineral que se ha de triturar.

El polvo del mineral que resulta del trabajo de la mina, de cuando se parte el mineral con la mano y cuando se machaca con el bocarte, es una mezcla de diferentes especies de materias petrosas. Es necesario separar de él las materias petrosas que tiene mezcladas, y muchas veces es tambien útil separar las diferentes especies de minerales, á fin de poder tratar á cada una de ellas separadamente y con mas ventaja. Esta separacion se verifica lavando en agua el mineral molido. Para este lavado se emplean varios procedimientos y máquinas muy diferentes; indicaremos los procedimientos generales.

La primera lavadura se ejecuta comunmente bajo los pilones y en la artesa misma del bocarte. Entonces se hace pasar por debajo de este una corriente de agua que arrastra las partes á medida que son trituradas, y que va á depositarlas segun el órden de su peso específico en hoyos y en canales muy largos y diversamente dirigidos que se llaman laberintos. Muchas circunstancias deben influir en la separacion mecánica de las partes molidas del mineral; tales son la cantidad de agua que pasa bajo el bocarte, la mayor ó menor velocidad de esta corriente, la manera cómo se halla colocado el mineral mas ó menos profundamente en la artesa, y cómo sale de ella, por encima de los bordes, por un lado mas bajo que los otros ó por una rejilla lateral. La pesantez de los pilones y la rapidez de su movimiento pueden tambien emplearse para facilitar la separacion de las partes de ciertos minerales. Se observa que el mineral quebrantado muy fino, se reduce á una especie de limo, que se deslie con dificultad en el agua.

Los canales y hoyos que recorre el agua cargada de mineral quebrantado, presentan á veces una extension de 200 metros. Las partes metálicas que ordinariamente son mas pesadas que la ganga que las envuelve, se depositan en las primeras partes del laberinto, mientras que los fangos, casi enteramente terrosos, llenan los últimos hoyos, que por esta razon se llaman *lodazales*.

Otro procedimiento se emplea para lavar el mineral machacado, y el que viene en *pedazos menudos* ó en *polvo* de lo que se ha *partido*. Se echa en una criba

cilíndrica, y se sumerge esta criba rápidamente y varias veces seguidas en una cuba llena de agua, de manera que el agua que entra por el fondo levanta las partículas minerales, las separa y las tiene un instante suspendidas, despues de lo cual se precipitan siguiendo poco mas ó menos el órden de su peso específico. Esta criba es sumergida unas veces por el lavador y otras por una báscula que hace mover el lavador. Para que la operacion se haga bien, es preciso que la criba no reciba mas que una sola especie de movimiento, el de arriba abajo y el de abajo arriba; entonces el mineral se separa no solamente de su ganga, sino que cuando hay mineral de diferentes pesos específicos, forma otras tantas capas distintas; el lavador las saca fácilmente con una espátula. Se llama esta operacion *lavado de cuba* ó *acribacion por depósito*.

Algunas veces las cribas son cónicas y las maneja por medio de dos asas un solo obrero. En lugar de recibir un solo movimiento, como en la operacion anterior, el cribador le imprime sucesivamente movimientos muy variados pero determinados por la práctica; su objeto es separar las partes pobres de mineral de las partes ricas, á fin de someter las primeras al bocarte.

Los diferentes métodos de lavado que acabamos de indicar, no han tenido por objeto hasta el presente mas que separar groseramente un mineral que éstaba en estado de arena; pero á medida que el apartado avanza, las materias que se han de separar por el lavado son mas finas, y exigen nuevas manipulaciones y otras precauciones. Aquí es donde empieza el lavado sobre las mesas, entre las que colocamos las que se llaman *cajas alemanas* ó *cajas en declive*.

Estas cajas son rectangulares y tienen cerca de tres metros de largas por cinco de anchas; sus bordes tienen de elevacion cinco decímetros; estan inclinadas cerca de cuatro decímetros. En su parte mas elevada, tienen una especie de artesa ó de caja sin borde hácia el lado de la caja, y sobre la que se pone el mineral que se ha de lavar. El mineral que se lava en estas cajas, viene ordinariamente del laberinto del bocarte; es demasiado fino para ser lavado en la criba y demasiado grueso para ser lavado sobre las mesas. Debajo de la artesa pasa un conducto que vierte por encima del borde de la parte alta de la caja una cantidad de agua que pueda correr por agujeros abiertos en el borde de la parte inferior de dicha caja. El lavador echa sobre la mesa una parte del mineral colocado en la artesa; por medio de un instrumento á propósito recoge hácia la cabecera de la mesa el mineral que arrastra el agua, de manera que esta se lleve únicamente las partes terrosas y el mineral fino. Estas parte se depositan segun el órden de su peso específico en las canales ó laberintos que siguen á estas cajas.

Se ve que estas diferentes operaciones tienden á separar el mineral, no solo en arena gruesa de mineral y en arena fina, sino tambien á dividir este último en mineral fino y puro, y en mineral fino é impuro. Para conseguir la separacion mas completa del mineral y de las materias terrosas, es preciso lavar aun el mineral fino sobre mesas en que la corriente de agua menos rápida, verifique mas completamente, pero tambien con mas lentitud esta última separacion. Hay muchas clases de mesas de lavar, que se usan ó sucesivamente para la misma especie de mineral, ó separadamente, segun el mineral que se ha de tratar, y segun la confianza que en ellas se tiene. Pueden dividirse en dos clases principales; la primera comprende las mesas fijas ó durmientes. Estas son en efecto mesas de roborde de cuatro á cinco metros de largas, de 15 á 18 decímetros de anchas y con 12 ó quince decímetros de elevacion. A su cabecera se halla colocada una plancha triangular de reborde. En frente del borde del ángulo del vértice, se coloca una tablilla que no le ocupa enteramente, y á cada lado una fila de prismas triangulares de madera. Encima se halla colocada oblicuamente la caja que contiene el mineral que se ha de lavar y por encima pasa el canal que conduce el agua sobre el mineral, le deslie, le arrastra, y le extiende sobre la plancha triangular de que hemos hablado; el agua se divide primero en dos hilos por el prisma de en medio, y despues en varios por los prismas triangulares, lo cual forma una tabla de agua que se extiende sobre la mesa llevándose las partes mas ligeras. Para que esta separacion se haga con la mayor exactitud posible, el lavador recoge el mineral hácia la cabecera de la mesa; y el agua cargada de partículas terrosas, va á parar á las cajas y á los canales colocados debajo de la mesa. El lodo de los primeros canales se recoge de nuevo para privarle por medio de una última lavadura de las partículas metálicas que puede todavía contener.

Algunas veces se cubren estas mesas con lienzo ó paño; y se ha usado esencialmente este medio para los minerales que contienen oro, porque se ha creido que los hilos del paño ó del lienzo, retendrian mas seguramente las partículas mas finas de este metal; pero parece que este medio no merece confianza alguna y que da ademas un producto muy impuro.

En algunas minas se usan mesas llamadas de *barredera*. Hácia la parte superior hay un canal por el cual llega el mineral impelido por el agua. Para que no se deposite, el agua está continuamente agitada por un molinete; baja al espacio triangular y se esparce desde allí por la mesa, mientras que el agua pura conducida por otro canal llega á la mesa por mas abajo de aquel triángulo para deluir y lavar el mineral. Hácia el pié de esta mesa, hay una hendidura que se cierra á voluntad y debajo de la cual hay un primer reservatorio: al extremo de la mesa un segundo reservatorio, y por último, á la extremidad de la mesa está el canal de los desechos. Cuando el agua ha arrastrado á este canal el polvo terroso mezclado con el mineral, el producto lavado y bastante puro queda extendido sobre la mesa, desde la cabecera hasta el pié; entonces empieza á barrer el que cubre la última parte haciéndole caer en el segundo reservatorio; en seguida se barre el que está en la parte superior de la mesa, haciéndole caer por la abertura que da sobre el primer reservatorio. El contenido del segundo reservatorio, y los desperdicios del canal son lavados de nuevo.

La segunda clase comprende las mesas movibles ó de percusion. La mesa está construida como las fijas; tiene cerca de cuatro metros de largo y quince decímetros de ancho; sus bordes tienen poco mas ó menos de dos decímetros en la parte alta; pero está suspendida por sus cuatro ángulos con cadenas. Estas cadenas en el momento del reposo, es decir, cuando la parte superior de la mesa se halla apoyada contra la armazon que hay detrás, estan inclinadas desde la parte superior al pié, y tienden por consiguiente á llevar la mesa hácia dicha parte.

Encima y detrás de la parte superior de la mesa, hay una plataforma fija que tiene un plano triangular inclinado y con borde sobre el cual se hallan fijas unas piezas de madera salientes como las que hemos descrito en las tablas fijas. Sobre este plano está colocada la caja que contiene el mineral; su fondo es oblicuo, y está dividida en dos espacios por un tabique movible que tiene un agujero en su borde inferior. Se pone el mineral que ha de lavarse en la division superior y la inferior permanece vacía. Una canal pasa por encima de estas cajas y conduce á ellas el agua por medio de dos tubos, de los cuales el uno la vierte en la separacion en donde está el mineral, y el otro en la que está vacía. El mineral desleido es arrastrado á la mesa y allí se extiende en una capa del-

gada y uniforme como lo hemos visto en las mesas fijas.

Pero al tiempo de descender el mineral, la tabla recibe en su parte superior por medio de una máquina allí colocada un impulso bastante suave que la lleva hácia adelante. Cuando este impulso cesa, la tabla vuelve á su primera posicion, y golpeándose contra una pieza colocada detrás, sufre un choque violento que se repite siempre que es impelida hácia adelante.

Estos movimientos contrarios tienen por objeto: 1.°, separar los partículas terrosas de las partículas metálicas que pudieran estar adheridas á ellas comunicándoles velocidades que son desiguales y estan en razon de su diferente densidad; 2.°, de arrastrar hácia la parte superior de la mesa las partes metálicas que son las mas pesadas.

Las diferentes circunstancias que influyen sobre el lavado, se modifican en razon de la especie de mineral que se ha de lavar. Así la inclinacion de la mesa varia de dos á quince centímetros. El agua se esparce en ella ya en hilos delgados, ya en tubos gruesos, de manera que corren por ella hasta dos piés cúbicos de agua por minuto. El número de sacudidas que recibe varía de 15 á 36 por minuto. Se separa de su posicion primitiva desde dos centímetros hasta 20. La arena gruesa exige por lo general menos agua y menos inclinacion en la mesa que la arena fina y viscosa.

Cuando se tiene la seguridad de que el agua que corre no contiene mineral, se la deja escapar por el canal que se halla á la extremidad de la mesa; pero cuando se teme que contenga todavía algunas partículas metálicas, se cubre este canal y el agua va á parar á una caja donde deposita todo lo que tenia en suspension; entonces se vuelve á lavar este depósito.

ARTICULO III.

METALURGIA.

Nociones preliminares.

La metalurgia propiamente dicha, es el arte de sacar los metales de su mineral y darlos el grado de pureza que exigen los diferentes usos á que se destinen; pero la acepcion de esta palabra, se ha hecho extensiva á todas las operaciones químicas que se practican en grande sobre los minerales para sacar de ellos combustibles, tales como el betun, el azufre, etc.; sales, como el alumbre, los sulfatos de hierro y de cobre, ó cualquiera otra materia útil en las artes.

La metalurgia es una de las aplicaciones mas directas de la química, pero como el metalurgista tiene por objeto principal sacar por los medios mas económicos la mayor cantidad posible de las materias útiles que un mineral puede ofrecer, no tiene á su disposicion todos los reactivos, la mayor parte muy costosos que el químico puede emplear en el análisis exacto de los minerales.

Las operaciones químicas que se hacen sufrir á los minerales, son por lo general sencillas y poco variadas. Puede decirse que el principal agente es el fuego y que los únicos reactivos que se usan, son: en muchas circunstancias los mismos minerales; 2.° las tierras y piedras que segun su naturaleza y su mezcla deben ser consideradas como fundentes; 3.° el carbon que no solo sirve para fundir, sublimar ó volatilizar ciertas partes, sino que en muchos casos debe considerarse como desoxidante; 4.° el aire que no solo sirve para animar el fuego, sino que muchas veces se emplea como oxidante; 5.° el mercurio y el agua que son los dos únicos disolventes que se usan en los trabajos en frio, etc. Los cortos límites de este tratado impiden hablar de estos diferentes asuntos de una manera general ó presentar elementos completos y metódicos de metalurgia; debemos limitarnos á indicar cómo se saca el oro, la plata, el plomo, el cobre, y otros metales de sus minerales. Las únicas generalidades que expondremos aquí tendrán por objeto dar á conocer algunos instrumentos y sobre todo algunos hornos empleados en la mayor parte de las operaciones metalúrgicas y cuya descripcion no pertenece mas particularmente á una alteracion que á otra.

Todo horno se compone de cuatro partes principales, que pueden estar separadas ó confundidas en cuanto al sitio, pero nunca en cuanto á la accion.

Estas partes son: el *hogar*, la *boca*, el *laboratorio* y la *chimenea*.

El *hogar* es el sitio donde se coloca el combustible sea el que quiera.

La *boca* es la parte por donde el horno aspira el aire necesario para la combustion. Su posicion y su direccion pueden variar sin que las otras partes cambien; lo que produce diferencias bastante grandes en el efecto de los hornos. Los conductos de aire y las máquinas sopladoras son sus apéndices.

El *laboratorio*, es el lugar donde se pone la materia sobre que debe obrar el combustible. Los crisoles, regueras, estanques de recepcion, cámaras de sublimacion, recipientes, etc., son sus dependencias.

La *chimenea*, es el camino que sigue la corriente de calórico; está terminada por uno ó varios canales que sirven para el desprendimiento de los productos de la combustion, y á los cuales se ha dado muchas veces y mas especialmente el nombre de *chimenea*.

Entre los hornos muy variados que se emplean en la metalurgia, hay dos que son de un uso mucho mas general que los otros. Estos son los que se llaman *horno de reverbero*, y *horno curvo*, ó de manga.

En los hornos de reverbero, el laboratorio está colocado entre el hogar y la chimenea; es horizontal ó un poco oblicuo, y cubierto por una bóveda ordinariamente muy rebajada.

El hogar está situado sobre el lado del laboratorio y la rejilla que sostiene el combustible es inferior al suelo del laboratorio.

La chimenea está colocada sobre el lado del laboratorio y ordinariamente al lado opuesto al hogar; de suerte que la llama pasa por encima de las materias sometidas á su accion sobre el suelo del laboratorio.

El combustible se coloca en el hogar por una abertura lateral, que está sostenido por una rejilla. La boca es pues inferior; es ordinariamente simple; pero algunas veces tambien el aire es guiado por largos conductos, lo que da una grande actividad al fuego. Cuando el combustible, como la hulla, la turba, debe producir una llama corta, la rejilla debe estar colocada mas cerca del suelo del laboratorio, que en el caso en que el combustible produce, como la leña una llama larga.

La parte del laboratorio sobre la que se colocan las materias sometidas á la accion del fuego, se llama suelo; está formada con arena un poco arcillosa bien batida, y algunas veces con brasca. Se distinguen dos partes, el *altar* ó la parte superior la mas inmediata al hogar. Sobre esta parte es donde se colocan las materias que se han de fundir, introduciéndolas por una puerta lateral que se cierra en seguida. El crisol, es la parte baja del suelo; recibe la materia fundida que se puede menear por una puerta colocada á la extremidad del horno y opuesta al altar ó al lado. Se practica en el fondo del crisol un canal, que se conduce al exterior del horno, y por donde debe correr la materia fundida. Se tiene cerrado con un tapon de arcilla, que se quita cuando se quiere hacer salir el metal. El laboratorio se halla limitado superiormente por una bóveda muy rebajada; su curvatura no es tan importante como se ha creido; basta que pueda sostenerse fácilmente; que deje entre sí y el suelo el menor espacio posible, y que no presente cavidad alguna

inútil. El laboratorio debe ir disminuyendo de anchura desde el hogar hasta la chimenea y en ningun punto debe ser mas ancho que el hogar; pero esta condicion no se aplica sino á los hornos de reverbero destinados á la fusion de las materias muy refractarias.

La chimenea está situada, ya inmediatamente encima del crisol, ya á un lado, ordinariamente es muy elevada á fin de dar al horno el giro conveniente.

La segunda clase de hornos que debemos dar á conocer aquí es el que se llama *horno curvo* ú *horno de manga* que sirve principalmente para la fundicion de los minerales de plomo, cobre, plata, estaño, etc.

El laboratorio es en este horno el carácter esencial. Se confunde en parte con el hogar; su forma es la de un prisma perpendicular de cuatro planos en el cual se coloca el combustible y el mineral; la pared anterior llamada *camisa* se construye particularmente y es mas delgada que las otras; los planos laterales y aun algunas veces el posterior terminan á la entrada de la chimeneas propiamente dicha por medio de planos inclinados. En la parte baja del laboratorio hay otro plano inclinado cubierto de brasca pesada; tiene el nombre particular de *hogar*. El metal fundido corre á lo largo de este plano, sale por una abertura ó por un agujero llamado ojo que está practicado en la parte baja de la camisa, y por medio de una canal llamada *rastro* va á parar á un hoyo abierto en la brasca. Se le llama depósitos de *antehogar* ó depósito de recepcion; este depósito mas alto que el suelo de la fundicion tiene en su fondo un agujero que se puede abrir ó cerrar á voluntad con arcilla; cuando el depósito de recepcion está lleno de metal se abre esta canal, y el metal va á parar á otro depósito mas bajo quedando en el primero las escorias que sobrenadan. Tal es, lo que hay de mas importante y general acerca del laboratorio del horno de manga y sus dependencias.

El hogar del horno curvo está situado en toda la extension del laboratorio, puesto que el combustible está mezclado como acabamos de decir con el mineral; pero es mas activo en la parte inferior porque la actividad de la combustion se aumenta en este punto por el viento que dirigen á él las máquinas sopladoras colocadas detrás del horno. El tubo de estas máquinas está situado un poco mas arriba del suelo del hogar. La chimenea propiamente dicha presenta sobre el laboratorio una abertura anterior lateral ó posterior por la cual se carga el horno, es decir, por la cual se echa en él la mezcla conveniente de mineral y de combustible.

Estos hornos se diferencian mucho unos de otros en sus detalles segun los diferentes usos á que se destinen; se diferencian tambien por su altura, habiendo unos que no tienen mas que un metro desde el hogar hasta los planos inclinados del laboratorio y otros que tienen dos y hasta tres metros.

Muchas veces es necesario emplear máquinas particulares para introducir por la boca de los hornos una cantidad de aire mucho mas considerable que la que ellas podrian aspirar por aquella parte. Se llaman máquinas sopladoras los instrumentos destinados á este uso. Estas máquinas forman tres géneros distintos por los principios en que estan fundadas; las designaremos con los nombres de *trompas*, *fuelles y bombas sopladoras*.

El efecto de las trompas está fundado en la propiedad que el agua tiene de arrastrar consigo mucho aire cuando cae de golpe, y dejar despues desprender este aire. Estos instrumentos consisten en un tubo de madera, perpendicular cilíndrico ó cuadrado de dos decímetros de diámetro y unos siete metros de altura. La parte superior tiene la forma de un embudo prolongado. Hácia su parte estrecha hay cuatro aberturas oblicuas llamadas *trompillas*. El agua conducida por un canal á la parte superior de la trompa se precipita en ella por el embudo y produce una corriente que hace entrar el aire en la trompa por las trompillas; envuelve á este aire y le arrastra consigo en un tonel ó cajon que termina la trompa por la parte inferior. El agua al caer sobre la piedra ó tabla colocada en la cuba se separa del aire y sale por unos agujeros que hay en el fondo de la cuba y va á parar á un canal situado á 15 centímetros mas arriba del fondo de la caja. El aire separado del agua por el choque que este líquido ha sufrido sobre la tabla ó piedra y comprimido por el agua que le rodea, es arrojado con fuerza en un tubo ó porta-viento que le conduce á los hornos.

La trompa que acabamos de describir reune todas las condiciones que deben, segun Lævis, Beaunier y Gallois, hacer producir á estos instrumentos mayores efectos. En algunas trompas, el aire entra por la abertura superior del embudo, que es doble en este caso, y el agua entra en la trompa por un poco mas arriba de la abertura inferior de estos embudos. Por mucho cuidado que se ponga en la construccion de estos instrumentos, está probado que con igual gasto de agua dan mucho menos aire que las bombas sopladoras.

Los fuelles son las máquinas sopladoras mas comunes y mas conocidas, pero no son las mejores. Los fuelles de los metalurgistas que tienen poco mas ó menos la misma forma y principios de construccion que los de uso doméstico, son de dos clases: unos son de cuero, y son los menos usados en razon á su precio y á su corta duracion; otros son de madera. Se componen estos de dos cajas piramidales colocadas horizontalmente, y una de las cuales penetra en la otra. La que tiene el cañon es la inferior, está inmóvil y tiene una válvula en su fondo; la superior es la que se mueve. Cuando se eleva el aire entra en el fuelle por la válvula, cuando baja el aire comprimido sale por el tubo.

Una rueda de agua ó cualquier otro motor, hace andar estos fuelles que se hallan generalmente colocados de dos en dos, uno al lado de otro, y movidos de manera que cuando el uno sube el otro baja, y asi existe una corriente de aire continua.

Se ve que el aire contenido en la parte superior de estos fuelles es comprimida cada vez que la caja superior se baja, pero no es arrojado enteramente porque los dos fondos no se aplican nunca exactamente uno contra otro. Los rozamientos son muy considerables y las reparaciones frecuentes.

Las bombas sopladoras son de invencion mucho mas moderna que las máquinas que acabamos de dar á conocer. Consisten en una caja cilíndrica ó paralelipípeda, en la que sube y baja un émbolo del mismo diámetro que la caja. El aire contenido en esta caja comprimido por el émbolo, sale con fuerza para llegar á los hornos. Se concibe que dos cajas paralelas, de las cuales una se llena de aire mientras que la otra se vacia, deben dar un viento continuo.

Esta construccion parece á primera vista muy simple y muy eficaz; pero se han encontrado en la práctica dos inconvenientes, que se ha tratado hacer desaparecer; 1.°, el rozamiento de los émbolos es muchas veces considerable, y emplean una fuerza que se debe economizar; 2.°, el viento es muy desigual, es decir, fuerte á ratos, y en otros flojo.

Se han empleado para dar á la accion del viento mas regularidad, los medios siguientes: 1.° Se coloca entre las bombas sopladoras y el horno, otra tercera caja, llamada *regulador*, á la cual va á parar el aire expelido por cada bomba antes de entrar en el horno. Esta caja tiene un fondo superior movible que está cargado de peso, y que comprimiendo constantemente y siempre con la misma fuerza, el aire que está en ella encerrado, mantiene este fluido casi al mismo grado de densidad. 2.° Se hace entrar el aire arrojado por las bombas sopladoras en grandes cavidades construidas de mampostería, ó abiertas en la roca segun las circunstancias. Siendo este espacio

muy considerable en comparacion del de las cajas de las bombas sopladoras, el aire diferentemente comprimido que sale de estas, toma en él una densidad que es poco mas ó menos siempre la misma. 3.° Se hace entrar el aire de las bombas sopladoras en una ancha cuba de madera ó de hierro fundido, que está invertida y fija en un estanque de agua. El agua que rodea la cuba mantiene el aire que atraviesa esta en el mismo grado de presion.

Se ha conseguido igualmente disminuir de un modo considerable y aun hacer casi nulos los rozamientos de los grandes émbolos de las bombas sopladoras; pero el medio que se ha usado ocasiona una gran complicacion de válvulas, etc. en la construccion de estas máquinas. Este medio consiste en reemplazar el cuerpo de bomba por una especie de campana de hierro fundido, de cobre y aun de madera, que una máquina cualquiera hace sumergir en el agua. Cuando se introduce esta campana en un espacio lleno de agua, el aire que contiene es arrojado por la presion del agua al través de un tubo al regulador hidráulico, y de allí al horno; cuando la campana vuelve á subir, el aire exterior entra de nuevo en ella por medio de una válvula que se abre, pero que vuelve á cerrarse en el momento en que se sumerge la campana. Como los movimientos de esta máquina se hacen en un líquido, se ve que los rozamientos son casi nulos.

El aire desigualmente comprimido que sale de las campanas, adquiere una densidad uniforme por medio del regulador hidráulico que se acaba de describir.

Tales son los principios en que está fundada la construccion de las máquinas sopladoras que se usan en los trabajos metalúrgicos. Estas máquinas terminan todas en un tubo cónico de hierro ó de cobre que se llama *cañon*. Este cañon sopla en una especie de embudo de hierro ó de cobre llamado *tobera*; está colocado en la pared del horno y entra un poco en el interior del hogar. La posicion de la *tobera*, en cuanto á su elevacion sobre el suelo del horno y á su inclinacion, es de gran importancia en los trabajos metalúrgicos. No solamente influye en la perfeccion de la operacion que se trata de hacer, sino que algunas veces cambia enteramente los productos, como se verá en muchas ocasiones.

Las máquinas sopladoras no son, pues, siempre unos simples auxiliares de la boca del horno, y el aire que despiden obra asimismo sobre las materias sometidas á la accion del fuego; algunas veces son enteramente dependientes del laboratorio y no tienen accion alguna sobre el hogar, como veremos al tratar del refinado de la plata y del cobre.

Acabamos de exponer los principales objetos que hay necesidad de conocer para comprender los tratamientos metalúrgicos que se hacen sufrir á los diversos minerales. Vamos á hablar y siempre sucintamente de estos trabajos particulares presentándolos en el órden que nos parece mas propio para aproximar los que se unen naturalmente.

I. *Preparacion química del mineral.*

La especie de preparacion que hay que hacer sufrir al mineral despues de lo que hemos llamado *preparacion mecánica*, es de una naturaleza enteramente diferente de esta, y aun puede ser considerada como una parte de los trabajos preliminares de la metalurgia.

El objeto de estas preparaciones es disponer al mineral á las combinaciones químicas que debe sufrir en su tratamiento metalúrgico. Se consigue esto *tostándole*, es decir, exponiéndole á un calor lento é incapaz de fundirle.

La accion de la tostacion es diferente segun las especies de minerales que se someten á ella. Sus principales efectos son: 1.° Volatilizar el azufre, el arsénico, y todas las partes volátiles que pueden ser desalojadas por este medio; 2.° Oxidar ciertos minerales y disponerlos á combinarse con los ácidos; 3.° Hacer á otros mas frágiles y mas propios para combinarse con el aire ó con los demás agentes que deben modificarlos.

Hay ciertos minerales que basta tostar una vez; pero hay otros, tales como los minerales de cobre, que hay necesidad de tostar hasta catorce ó quince veces, y aun mas. Una tostacion muy continuada no produciria el mismo efecto que estas tostaciones repetidas, porque ordinariamente se funde el mineral antes de tostarle de nuevo y por este medio se reparte el azufre con mas igualdad.

Reduciremos los métodos de tostar, á tres principales: la tostacion en montones, la tostacion en cajas y la tostacion en hornos.

1. Cuando el mineral es poco rico, cuando contiene mucho azufre ó betun, cuando no se teme tostar grandes cantidades á un mismo tiempo, se forman pirámides cuadrangulares truncadas, que á veces contienen miles de quintales. Las capas inferiores de estas pirámides se componen de varios lechos de leña y el resto enteramente de mineral. Se tiene cuidado de colocar hácia el centro los trozos mas gruesos, y hácia la superficie el mineral mas fino, que se bate bien y se mezcla algunas veces con tierra. Se practica en medio una canal perpendicular por donde se echa el fuego que debe encender los lechos inferiores de leña. El azufre ó el betun son volatilizados por el calor del combustible, y cuando este ha sido enteramente consumido, la tostacion continúa con la ayuda de una parte de azufre ó de betun que ha sido elevada á una temperatura bastante alta para arder. Se tiene cuidado que no se haga ninguna abertura en las paredes de la pirámide, y se dirige la tostacion de manera que les vapores salgan siempre por el vértice truncado. Se practican muchas veces sobre la superficie superior cavidades en las cuales, una parte del azufre volatilizado se condensa y recoge.

Esta tostacion que se aplica particularmente al cobre piritoso, al cobre bituminoso, etc., dura algunas veces muchos años. Cuando el mineral es muy combustible, se enciende la pirámide por arriba.

Cuando la tostacion se hace sobre cantidades de mineral poco considerables, y que exige ser conducida con mas cuidado, se colocan bajo cobertizos los montones de mineral que se han de tostar, á fin de que la lluvia, el viento, etc., no puedan perjudicarlos nada. Este método se aplica principalmente á los minerales que se tuestan por segunda ó tercera vez.

2. Llamaremos *tostacion en caja* aquella en que el mineral es rodeado, en parte ó en su totalidad, de cercados que forman una especie de hornos de tres ó cuatro paredes laterales, sin chimeneas ni cubiertas.

Este método de tostacion presenta un gran número de variedades.

Uno de los hornos de caja mas notable es el citado por Jars, y que se emplea en Hungría, para tostar de una vez una gran cantidad de mineral sulfuroso, y recoger casi todo el azufre. Consiste en cuatro paredes sólidamente construidas y que forman un paralelípipedo rectangular, en medio del cual se coloca el mineral que se ha de tostar. Estas paredes estan atravesadas por muchos canales que comunican con cámaras colocadas alrededor del horno. En estas cámaras se recibe el azufre desprendido por la tostacion.

En la tostacion en cajones no se opera sino raras veces sobre tan gran cantidad de mineral á un mismo tiempo. Asi la mayor parte de los cajones en que se coloca el mineral son pequeños y constantemente no pueden contener mas que 80 á 100 quintales. Se

coloca en el suelo del espacio encerrado entre las cuatro paredes, un lecho de leña sobre el cual se esparce el mineral que se ha de tostar, teniendo cuidado cuando el espacio esté lleno de cerrar la puerta y cubrir el mineral de polvo batido y aun mojado á fin de obligar al azufre desprendido á salir por las aberturas practicadas en la pared del fondo. Este azufre se deposita en unas canales y los últimos vapores salen por la chimenea. Otros cajones igualmente cuadrados no tienen mas que tres paredes; en este caso se colocan bajo un mismo cobertizo muchos de ellos, unos al lado de otros. La leña se coloca sobre un suelo inclinado y se cubre de mineral. Una parte de los vapores puede desprenderse por la abertura practicada en la pared del fondo. Otros son semi-elípticos, y otros, en fin, circulares y cerrados por todas partes. En los primeros, se usa leña para la tostacion; en los últimos se puede usar hulla ó turba. Algunas veces se abren en la tierra fosos de uno á tres metros de profundidad, y sus paredes se revisten de un muro unido. El mineral que se ha de tostar se coloca en estos fosos, y el combustible se enciende por una abertura lateral. Este método se usa particularmente para los minerales de hierro.

El horno de reverbero es el único que se usa para tostar los minerales preciosos, los que son poco sulfurosos y por consiguiente poco combustibles. El horno de reverbero destinado á la tostacion, suele tener una estructura particular. Citaremos como ejemplo el de Hungría, que se usa igualmente en Freyberg. El combustible se coloca sobre la rejilla del hogar; la llama atraviesa el laboratorio y recorre su prolongacion saliendo por la chimenea calentando sucesivamente varios espacios.

El mineral quebrantado menudamente, se coloca sobre la tabla superior de la prolongacion del laboratorio; allí se seca completamente y se calienta un poco. Se echa sobre el altar de la solera del laboratorio por un tubo que se cierra en seguida, y permanece allí una ó dos horas calentándose gradualmente. En seguida se da un fuego vivo, y el mineral es impelido hácia la parte inferior de la solera con una pala que se introduce por la puertecilla; entonces arde por sí mismo, y durante este tiempo, se echa muy poco combustible en el hogar. En seguida se reanima el fuego para hacer volatizar las últimas partes de azufre ó de arsénico que el mineral puede contener.

Los vapores de azufre y de arsénico que se desprenden del mineral por la tostacion, penetran en las cámaras del segundo piso del laboratorio y se condensan en ellas.

Una tostacion de esta especie dura unas veinticuatro horas. Se supone que ha concluido cuando los vapores y el olor han cesado casi enteramente, y cuando el mineral parece mas terroso y mas pesado. Se debe evitar en todas las especies de tostacion que el mineral no se funda, porque entonces el azufre no se desprende del metal. Con ciertas precauciones se puede conducir la operacion de la tostacion en un horno de reverbero de manera, que se llegue á separar una parte del metal de su mineral como se practica en algunos puntos.

Esta es una de las ventajas económicas de la tostacion con hornos de reverbero.

II. *Tratamiento metalúrgico y usos del plomo.*

El plomo sulfurado es el único que se explota como mineral de plomo propiamente dicho. Es sabido que contiene casi siempre plata; cuando el valor de la plata que se saca es mas considerable que el del plomo, el mineral toma impropiamente el nombre de mineral de plata.

El sulfuro de plomo extraido de la mina, debe recibir la mayor parte de las preparaciones mecánicas preliminares que se han descrito anteriormente y que tienen por objeto separarles de su ganga.

Se tuesta el sulfuro de plomo de dos maneras: 1.° bajo cobertizos y entre tres paredes pequeñas; como el aire necesario para la tostacion no podria circular al través del mineral reducido casi á polvo, se reduce á trozos ó á terrones mezclándole con un poco de arcilla húmeda; de esta manera se tuesta una ó dos veces: 2.° en hornos de reverbero, por cuyo método y con un buen fuego se obtiene inmediatamente cierta cantidad de plomo metálico.

El plomo tostado por uno ú otro procedimiento se halla en estado de fundirse en el horno curvo. Para esto no se hace mas que echar el metal en el horno; ordinariamente no se le mezcla fundente alguno; algunas veces sin embargo se añaden escorias de hierro ó de las fundiciones anteriores. La hulla carbonizada ó el carbon de leña mezclados con el mineral, bastan para revivificar el plomo oxidado que cae en el recipiente de delante del hogar, y en seguida en el de division.

El plomo obtenido por esta primera fusion, lleva el nombre de *plomo de obra*. Es bastante puro, pero contiene muchas veces plata que es importante separar. La operacion que tiene por objeto esta separacion se llama *refinacion*. Apenas se practica la refinacion del plomo sino sobre el que contiene por lo menos 0,0018 de plata. El objeto que se busca es oxidar el plomo por la accion del aire, absorber ó desprender el óxido, y poner por este medio la plata al descubierto.

Esta operacion se practica en un horno que se llama *horno de copela*. Este es un horno de reverbero, cuyo laboratorio tiene una estructura particular. Está excavado en forma de copa, en la cual se establece la copela como adelante diremos. Está cubierto y como cerrado por una gran tapadera que se puede levantar y volver á colocar con la ayuda de una polea. En uno de los puntos de su circunferencia, hay una abertura para la salida del óxido de plomo, y en la parte opuesta tiene otra por donde llega el viento de dos fuertes fuelles. El hogar está colocado en un lado del laboratorio; la llama es dirigida sobre la copela, y reverberada por la tapadera. El tubo de la chimenea está colocado encima del canal de salida.

Cuando se quiere refinar plomo de obra, se reviste la superficie cóncava del horno de una capa de ceniza. Esto es lo que se llama *formar la copela*.

Las cenizas que se emplean para hacer la copela, han sido lixiviadas y privadas de las partes combustibles que contienen aun por una calcinacion preliminar en un horno de reverbero. Se extienden en seguida estas cenizas sobre la parte cóncava del horno, teniendo cuidado de dar en seguida á la copela el espesor conveniente á fin de que no esté expuesto á exfoliarse, lo cual sucederia si las cenizas se depositaran capa por capa. Se bate fuertemente esta capa de ceniza que es cóncava como la superficie sobre la cual se ha explicado; se cubre la copela con un lecho de heno, y se colocan con simetría las masas de plomo de obra. El heno que se ha puesto, está destinado á impedir que el plomo deteriore la copela con su peso.

Se cierra entonces el horno, bajando la tapadera que se llama *sombrero*, y se enciende el fuego en el hogar; el plomo no tarda en fundirse, y la llama reverberada por el sombrero llega casi á lamer la superficie del baño de plomo; entonces se ponen en movimiento los fuelles, y para acelerar la oxidacion del plomo, se ajusta por delante del tubo una rodaja que dispersa el viento mas igualmente sobre la superficie del baño.

El óxido de plomo fundido ó litargirio, aparece al cabo de quince á diez y seis horas de fuego; el viento de los fuelles le lanza hácia la abertura de que hemos hablado, y por la que se desliza. Al cabo de

cuarenta horas próximamente, la operacion toca á su fin. La separacion completa del plomo está indicada por un brillo instantáneo que toma el baño de plata haciéndose convexo. Este brillo es producido por la rotura del velo de litargirio que la cubria. Se introduce entonces agua por un canal; se vierte sobre la masa de plata para enfriarla prontamente y poderla sacar.

Esta plata no tiene aun bastante pureza; es preciso refinarla de nuevo en una especie de horno de reverbero, lo que se llama *quemar la plata*. Se prepara fuera del horno, y en un círculo de hierro, una copela de ceniza fuertemente batida; se la pone sobre el suelo del horno de reverbero que sirve para esta refinacion, y se colocan cerca de 25 quilógramos de plata para refinar. Se la calienta durante siete ú ocho horas; el óxido vítreo de plomo que se forma aquí sin necesidad de ningun fuelle, es absorbido por las cenizas de la copela, y cuando la plata está purificada, se la recibe en una rielera por medio de una abertura que se hace en la copela. Se reunen las escorias, el resíduo de la tostacion, el de la primera fundicion, las espumas de la copelacion, los primeros y los últimos litargirios, es decir, los que puedan contener plata, los pedazos de la copela, y en fin, todo lo que se sospeche pueda contener plomo argentífero; se funde el todo en un horno curvo, empleando por fundente las escorias de las fundiciones anteriores.

En cuanto á los litargirios puros, unas veces se les introduce en el comercio, otras se les reduce á plomo fundiéndolos ó en un horno curvo en medio de los carbones, ó en el horno de reverbero que ha servido para la tostacion del mineral; pero en este último caso, hay necesidad para reducir el litargirio de añadir polvo de carbon con el cual se le revuelve.

El plomo sulfurado se usa entre los alfareros para espolvorear el vidriado basto. Este mineral le da al fundirse un barniz amarillento blando, y en realidad nocivo á la salud.

Este sulfuro es tambien conocido entre las mujeres de Oriente con el nombre de alquifux. Le reducen á polvo, y le mezclan con humo de lámparas haciendo una pomada con que se tiñen las cejas, los párpados, las pestañas y los ángulos de los ojos.

El plomo metálico reducido á láminas por la fundicion sobre mesas ó por el laminador, fundido en tubos, etc., sirve para una multitud de usos.

Se reduce tambien el plomo á granalla para matar la caza menor, en cuyo caso recibe el nombre de *perdigon*; se prepara fundiendo dicho metal y vertiéndole fundido sobre una criba de hierro untada con sal amoniaco. Esta criba está colocada á una gran elevacion del suelo, de modo que el plomo se redondea, se solidifica en el aire formando granos de diferentes tamaños segun sean los agujeros de la criba. Se le deja caer en agua á fin de que no se aplane cayendo sobre un cuerpo duro.

Haciendo sufrir al plomo diferentes alteraciones químicas, se multiplican sus usos. Asi se preparan las sustancias siguientes.

1. *Blanco de plomo*. Esta sustancia, es un óxido blanco de plomo preparada ordinariamente por medio del ácido acetoso ó vinagre. Se pone en vasijas de barro, barnizadas, vinagre flojo; se colocan encima láminas de plomo un poco arrolladas en espiral. El plomo no debe tocar al vinagre. Se cubren estas vasijas con una lámina de plomo mas gruesa y se depositan capa por capa en número de 15,000 entre una masa de estiércol ó mejor como se practica en Inglaterra en una masa de casca. El calor del estiércol ó de la casca, que es de cincuenta y seis grados próximamente, basta para volatilizar el vinagre y al cabo de cuatro ó cinco semanas las láminas estan cubiertas de blanco de plomo que se desprende haciendo pasar estas láminas por entre dos cilindros acanalados. Esta operacion se hace en una caja llena de agua á fin de evitar el desprendimiento del polvo de albayalde tan nocivo á la salud. Este ácetato de plomo se muele en molinos añadiéndole creta y esta mezcla que constituye el albayalde ha sido en un principio un fraude, pero poco á poco ha ido degenerando en una sofisticacion admitida.

Wilkinson ha preparado albayalde triturando el litargirio en agua del mar y Grace ha sustituido al vinagre un licor ácido producido por la fermentacion de las aguas ágrias de los almidoneros; le ha mezclado con agua sobre la cual se ha destilado la trementina, con melaza, con el lúpulo arrojado por los cerveceros, y con otras materias análogas que no tienen uso alguno.

El blanco de plomo y la cerusa se usan en la pintura al óleo; pero tienen el inconveniente de volverse amarillos y aun negros al aire.

2. *Minio*. Este es un óxido de plomo de color rojo vivo; su preparacion es bastante difícil y depende de ciertos cuidados de detalle que no podemos dar á conocer aquí.

El horno en que se hace en Inglaterra es un horno de reverbero, de dos hogares; estos hogares no tienen rejilla. La boca es lateral y la hulla que se usa arde lentamente, Se funde el plomo en un hoyo poco profundo practicado en medio del horno, y agitándole constantemente se convierte en un polvo ú óxido de hermoso color amarillo llamado *massicot*. Se recoge este óxido, se tritura, se lava para separar el plomo metálico ó el que estuviera mal oxidado y se vuelve otra vez al suelo del horno de reverbero. Se calienta de nuevo por la reverberacion durante cuarenta ó cuarenta y ocho horas; y se convierte en minio que no toma su hermoso color hasta que se enfria.

El massicot y el minio sirven en la pintura al óleo; el litargirio de que hemos hablado anteriormente y que es un óxido amarillo fundido, se usa asi como el minio para hacer el cristal. Le dan mayor fusibilidad, mayor peso, mayor porte refractivo, y en fin una transparencia completa no solo quemando como el manganeso los cuerpos combustibles que pueden alterar en diafanidad, sino tambien disolviendo y decolorando el óxido de hierro que pudiera existir en él.

Estos mismos óxidos de plomo, solos ó fundidos en cristal muy blando con los materiales del vidrio, sirven para dar el barniz ó cubierta á las diferentes clases de loza. Solo en el primer caso, es decir, cuando estan solos, pueden ser nocivos á la salud. No se limitan á esto los usos del plomo y de sus preparaciones. Sus óxidos entran en la composicion de los emplastos, y sirven para hacer secantes los aceites crasos.

El acetato de plomo líquido se emplea en la tintorería, y en la medicina externa.

Los óxidos de plomo son venenos; los vapores mismos de este metal son peligrosos ya se desprendan del metal en fusion, ya procedan de los colores que se han hecho con sus óxidos. Ha habido sin embargo quien ha osado emplear estos óxidos para quitar al vino alterado su mal gusto; y se comprende bien cuán peligroso y culpable es semejante fraude.

III. *Tratamiento metalúrgico y usos de la plata.*

Las minas de plata propiamente dichas, son como hemos dicho ya, poco numerosas. La mayor parte de las minas que llevan este nombre son minerales de plomo sulfurado argentífero. Hemos hablado de esta sustancia en uno de los artículos anteriores, por consiguiente solo nos ocuparemos en este de los minerales tratados particularmente por la plata. El cobre y el plomo que se saca de ellos algunas veces no son aquí mas que metales accesorios.

Dividiremos estos minerales en dos clases: 1.° las minas de plata nativa; 2.° las minas de plata mineralizada que no contienen plomo ni cobre sulfurados ó que solo contienen una corta cantidad.

1. *Minas de plata nativa.* Estas minas son las mas raras en Europa donde la mas notable es la de Kongsberg; pero ha habido y hay muchas en América. Se saca de ellas la plata por dos medios. la *imbibicion* y la *amalgamacion.*

La imbibicion consiste en apoderarse de la plata nativa por medio del plomo, es un procedimiento muy sencillo usado en Kongsberg. Se funden en el recipiente de un horno de refinacion partes iguales poco mas ó menos de plomo y de plata nativa casi enteramente desprendida de su ganga, y se obtiene una masa de plomo que contiene de 0,30 á 0,35 de plata. Se refina este plomo de obra por medio de la copelacion.

La amalgamacion es un procedimiento muy antiguo que se ha usado principalmente en las minas de Méjico y del Perú. En este caso el mercurio es el medio que se emplea para apoderarse de la plata nativa. En el Potosí, se ha usado el procedimiento siguiente.

Se machaca el mineral y se criba; se toman los fragmentos gruesos que la criba ha separado y se machacan de nuevo; este mineral asi quebrantado se muele en un molino y se le añade un poco de agua, reduciéndole á un lodo espeso. Se hace secar este lodo en forma de tablas bastante extensas. Se añaden 0,08 de sal marina, se dan á la sal dos ó tres dias para penetrar en esta masa; se favorece su incorporacion amasándole con ella. Se riega esta mezcla con mercurio que se exprime al través de una piel, y se amasa esta amalgama durante algunos dias favoreciendo la amalgamacion por el calor y por medio de una adicion de sal y de cal viva, si se cree necesario.

Cuando por medio de ensayos fundados en la costumbre, se juzga que la amalgamacion está terminada, se lava esta amalgama en una agua corriente que se lleva las tierras, quedando la amalgama pura en el lavadero. Entonces hay que separar el mercurio; se pone la amalgama dentro de mangas de lana que se aprietan fuertemente con lo cual sale al través de dicha lana una parte del mercurio sin llevarse consigo porcion sensible de plata.

La amalgama asi exprimida y privada de su exceso de mercurio, se distribuye en trozos de forma de pirámides truncadas de base cuadrada. Se colocan estas pirámides en una especie de crisol grande que se cubre de fuego; el mercurio calentado abandona casi completamente la plata y corre á la parte inferior del crisol que algunas veces se halla sumergida en agua. Esta masa de plata se vuelve á calentar fuertemente para privarla de todo el mercurio.

Aunque las minas de plata de Freiberg no contienen este metal en estado nativo, Deborn ha llegado á tratarlas por el procedimiento de la amalgamacion, mucho mas económico que el de la fundicion; pero la plata no existiendo nunca en estado nativo en estos minerales, no podrá ser combinada con el mercurio. La amalgamacion debe, pues, ser precedida aquí de operaciones metalúrgicas, cuyo objeto es reducir la plata al estado metálico en medio del mineral mismo. Habiendo sufrido algunas modificaciones el procedimiento dado por Deborn, haremos conocer el que se sigue actualmente.

El mineral que se destina á la amalgamacion, es de la clase de los minerales pobres que no contienen sino 0,0025 de plata, unida á mucho azufre, y algunas sustancias metálicas. Se ponen en él 0,10 de muriato de sosa, y se tuesta esta mezcla en el horno de reverbero, ya descrito; se tiene cuidado de removerle mucho y á menudo; se ve el azufre de los sulfuros metálicos quemarse. Entonces se produce ácido sulfúrico que descompone el muriato de sosa y forma sulfato de sosa y sulfatos metálicos; mientras que el ácido muriático quedando libre se combina con la plata, y forma muriato de plata.

Se tritura este mineral tostado que contiene las sales que acabamos de nombrar y se le reduce á una harina muy fina. Esta harina se pone en toneles alineados sobre un eje horizontal, ó en cubas, en las cuales gira un molinete. Estas máquinas se ponen en movimiento por medio de una rueda á quien mueve el agua. Para cien partes de harina de mineral se añaden 0,50 de mercurio, 0,30 de agua y 0,06 de láminas de hierro del tamaño y forma de un peon de jugar á las Damas. Se hace dar vueltas á esta mezcla por espacio de seis á diez y ocho horas. El hierro metálico descompone el muriato de plata. La plata reducida por este medio al estado metálico puede amalgamarse y se amalgama en efecto con el mercurio. La amalgama sacada de los toneles, se lava y se pone despues en sacos de terliz y se la aprieta fuertemente. El mercurio superabundante se desprende y queda una masa casi sólida de amalgama que contiene una séptima parte de plata. Se hacen de esta amalgama bolas del tamaño de un huevo y se colocan sobre platillos de hierro redondos llenos de agujeros. Estos platillos estan atravesados por un eje de hierro, y este aparato que se llama *tres-piés* ó *candelero de amalgamacion*, se lleva á un horno y se coloca bajo una campana de hierro, la cual se rodea de fuego de carbon. El mercurio desprendido por el calor se volatiliza, pero en seguida se condensa y cae en la parte inferior del laboratorio que está separada del fuego y que consiste en una caja de hierro, continuamente enfriada por una corriente de agua. La plata queda sola sobre los platillos del candelero, pero necesita ser refinada.

Hemos dicho que se introducen en los toneles treinta partes de agua. Esta agua se apodera de todas las sales solubles formadas por la tostacion y principalmente de los sulfatos de sosa, hierro y cobre. De estas sales se sacan por evaporacion y cristalizacion las que se usan en las artes. La evaporacion se hace en una cuba de madera que está atravesada por un cilindro de cobre, en el cual se hace un fuego de turba. Para acelerar esta evaporacion se agita el agua por medio de molinetes de madera que giran continuamente. Se suspende la ebullicion durante media hora para que el líquido deposite sus impurezas que forman un sedimento rojo. De una cuba se obtiene una cantidad bastante grande de sulfato de sosa mezclado con fosfato y arseniato de la misma base. Este sulfato de sosa se emplea en las fábricas de vidrio, porque la sílice tiene la propiedad de descomponer esta sal cuando se ha elevado á la alta temperatura necesaria para la fabricacion del vidrio.

Se tratan igualmente por amalgamacion las minas de plata de Joachimstal en Bohemia, que son mas ricas en plata que las de Freyberg.

2. *Minas de plata mineralizada.* Estas minas se hallan mezcladas con ganga y con algunos otros metales en corta cantidad.

Pueden ser ricas ó pobres, y esta diferencia produce otra en su tratamiento.

Las minas pobres no contienen algunas veces mas que 0,000016 de plata; si se quisiera sacar por medio del plomo esta corta cantidad de plata diseminada en el mineral, se necesitaria emplear tanto plomo que los gastos de la operacion excederian con mucho al beneficio. Es pues necesario concentrar esta plata en menor volúmen por medio de materias menos caras. El hierro sulfurado ó pirita es el intermediario que se usa; cuando el mineral no contiene bastante pirita se añade la cantidad necesaria y se funde esta mezcla. Las piritas se alean por la fusion á los metales y á los sulfuros metálicos que contienen plata, los hacen mas fusibles, y los arrastran consigo. Las gangas, el hierro oxidado. y algunos otros óxidos metálicos privados de la plata que estaba mezclada con ellos, quedan en las escorias. Esta operacion se llama *fundicion cruda*; su producto se llama *mate crudo*, y es un sulfuro de hierro mezclado con diferentes metales que contiene toda la plata que

se hallaba diseminada en el mineral. Esta es una primera concentracion de la plata, pero que debe llevarse mas adelante. Sin embargo no hay necesidad de que los mates sean demasiado ricos en plata, porque quedaria demasiada cantidad de este metal en las escorias que siendo refractarias son generalmente desechadas.

Se tuestan muchas veces las materias crudas para desprender de ellas el azufre; se añade otro mineral y se funden segunda vez. Los nuevos mates que se obtienen son por esta razon mas ricos que los primeros.

Ordinariamente se funden por tercera vez estos segundos mates con plomo y mineral mas rico; se añaden á la mezcla algunos fundentes terrosos para reemplazar el azufre que servia de fundente en las primeras operaciones y que ha sido desalojado en gran parte por las tostaciones; entonces se empieza á obtener el plomo argentífero; pero todavía se sacan de esta tercer fundicion mates de plomo que hay necesidad de tostar y volver á fundir con plomo.

Las operaciones porque se hace pasar el mineral rico, son mucho menos numerosas aunque bastante semejantes á las anteriores. No se funde primitivamente con piritas, pero se mezcla con mates obtenidos del mineral pobre; se le añaden escorias, plomo y un fundente terroso. Desde la primera fundicion, se obtiene un plomo de obra muy rico en plata.

Las piritas que se añaden en las fundiciones crudas, contienen algunas veces cobre; producen entonces hácia el fin de la operacion algunos mates de cobre argentífero. Esto es mas bien un inconveniente que una ventaja. No se puede separar la plata de estos mates de cobre argentífero, poco ricos, sino por operaciones largas y costosas, que es ventajoso evitar; es necesario, pues, no escoger, mientras sea posible mas que piritas ferruginosas, y poner aparte las que contengan una cantidad notable de cobre para fundirlas separadamente. No se deben añadir en las fundiciones crudas mas que las piritas cuprosas que contengan plata.

Los usos de la plata son poco variados. Se sabe que sirve de moneda en todos los pueblos civilizados. Como no es oxidable ni por el aire ni por el fuego, se pueden hacer sin temor toda clase de vasijas; pero no se deben dejar permanecer los alimentos, á causa del cobre que se añade á la plata para darla mas solidez, y sobre todo á causa del que entra en la composicion de las soldaduras. La plata se reduce por el batido á hojas extremadamente delgadas, que se aplican sobre los diferentes objetos que se quieren *platear*.

Este metal no da á la farmacia otro producto que el nitrato de plata fundido que se llama *piedra infernal*; sirve para consumir las carnes muertas, ó como cauterio.

Para evaluar la ley de una masa cualquiera de plata, es decir, su grado de pureza, se la supone dividida en mil partes que se llaman *milésimas*. Si esta masa no contiene ningun metal extraño, se dice que tiene 1,000 milésimas de fina; pero si en estas mil partes contiene 0,007 ó 0,035 ú otra cualquiera porporcion de aleacion, se dice entonces que no tiene mas que 0,993 ó 0,965, etc., de fina; es decir, que tiene 993 ó 965 milésimas de plata pura ó fina.

IV. *Tratamiento metalúrgico y usos del oro.*

Las minas de oro presentan tan grandes diferencias en su riqueza, que es necesario seguir en su tratamiento metalúrgico procedimientos diferentes. Unas presentan el oro en pajillas, diseminado en terrenos de aluvion ó en arenas: otras le ofrecen en rocas ó filones, puro ó mezclado con otros minerales.

El oro que se encuentra en las arenas de los rios ó en las tierras auríferas, no es sometido á ningun tratamiento metalúrgico propiamente dicho. Varios hombres ejercitados en este trabajo, le separan de las arenas por medio del lavado. Esta operacion se hace en los mismos lugares donde se encuentra el metal. Los trabajadores lavan estas arenas primeramente sobre mesas inclinadas, que cubren algunas veces con un paño; despues en artesones de mano que tienen una forma particular; finalmente, emplean el medio de la amalgamacion para separar la arena que ha sufrido algunas lavaduras, del oro que estas lavaduras han reunido en ella.

Los bohemos ó tchinganes que lavan las arenas auríferas en Hungría, se sirven de una plancha rayada que tiene veinte y cuatro medias cañas transversales. Colocan esta plancha inclinada y ponen la arena que se ha de lavar sobre la primera estría ó media caña; echan agua, y el oro mezclado aun con un poco de arena se reune ordinariamente hácia la décima séptima estría, le recogen entonces, y le ponen en un barreño de madera que es plano, pero que tiene una convexidad en su fondo. Lavan esta arena y comunicándola al mismo tiempo cierto movimiento, separan con mucha perfeccion el oro de la arena.

Las negras de Africa lavan en calabazas las tierras auríferas recogidas por los negros.

Entre los minerales auríferos, unos estan compuestos de oro nativo muy visible diseminado en una ganga; estos son los mas ricos; pero es raro que se presenten en filones de una longitud continuada.

Otros son sulfuros metálicos auríferos, tales como los sulfuros de cobre, de plata, de arsénico, de plomo, de zinc, y sobre todo de hierro.

Los minerales pétreos de oro, son primeramente quebrantados, y en seguida lavados, unas veces en artesones de mano, otras sobre mesas de lavar. Se emplearon en otro tiempo mesas cubiertas con un paño, pero se ha abandonado este uso, porque se ha observado que el paño retenia por lo menos tanta arena como mineral. El mineral rico, aquel que sobre todo no está compuesto mas que de arena y de oro nativo, se limpia tanto mejor por el lavado, cuanto que el oro es un metal cuyo peso específico es mucho mayor que el de su ganga.

El mineral reducido por este medio se halla en estado de ser sometido á las operaciones metalúrgicas.

Los sulfuros auríferos, son minerales de oro comunes pero tambien mucho menos ricos que los primeros. Son algunas veces tan pobres que se conoce que no contienen mas que 1/20000 de oro; pueden sin embargo ser explotados con ventaja, cuando son tratados con método y economía.

Se separa el oro de sus minerales por dos procedimientos diferentes. Por la fusion y por la amalgamacion.

Primero se tuestan los sulfuros metálicos auríferos, se les funde en mates que se tuestan de nuevo; en seguida se funden con plomo y se obtiene un plomo de obra aurífero que se refina por el procedimiento de la copelacion. Cuando los minerales de oro son muy ricos no se hace mas que fundirlos directamente con plomo sin tostacion ni fundicion preliminar.

Estos procedimientos son poco seguidos, porque son menos económicos y menos seguros que el de la amalgamacion, sobre todo cuando los minerales de oro son muy pobres.

Se debe asimismo hacer observar, que si estos minerales son cobre piritoso y su tratamiento se ha llevado hasta el punto de obtener cobre de rosete aurífero, y aun cobre negro con oro, no se puede separar el oro con ventaja por el procedimiento de la licuacion. El oro teniendo mas afinidad con el cobre que con el plomo, no es arrastrado sino en parte por este último metal. Estas razones deben pues hacer dar la preferencia al procedimiento de la amalgamacion.

No describiremos en detalle este procedimiento; es el mismo que el que se ha descrito en el artículo del tratamiento metalúrgico de la plata. Diremos solamente que los minerales ricos en que el oro nativo es aparente y solo se halla diseminado en una ganga pétrosa, son triturados directamente con el mercurio sin operacion alguna preparatoria. En cuanto á los minerales pobres en que el oro se halla por decirlo asi perdido en medio de una gran masa de hierro, de cobre sulfurado, etc., se les hace sufrir una tostacion antes de amalgamarlos. Esta operacion parece necesaria para poner á descubierto el oro metálico envuelto por estos sulfuros. El mercurio con que se tritura el mineral, se apodera entonces del oro por pequeña que sea la cantidad en que este metal se encuentre.

El oro que se obtiene por medio de la refinacion con plomo, está privado de cobre, de plomo y de la mayor parte de los metales oxidables; pero puede contener aun hierro, estaño ó plata.

Se priva difícilmente el oro del hierro y estaño que pueda contener; se aconseja para quitarle el hierro, copelarle con bismuto ó con sulfuro de antimonio. El oro puede ser desembarazado por la copelacion con plomo del antimonio que le quede unido.

El estaño da á este metal una dureza y una fragilidad muy notables; y el oro casi alterado, es muy difícil de purificar. Se aconseja aun en este caso refinarle con el sulfuro de antimonio.

El oro que se ha tratado por el procedimiento de la amalgamacion no contiene ordinariamente mas que plata. Se disuelve la plata por el ácido nítrico que deja el oro intacto. Pero para hacer la separacion en grande con éxito y economía, es preciso tomar algunas precauciones.

Si el oro no contiene poco mas ó menos las tres cuartas partes de su peso de plata, este metal como envuelto por el oro, está puesto en parte al abrigo de la accion del ácido nítrico. Cuando se ha reconocido por medio de un ensayo en pequeño que la plata está en proporcion muy inferior á esta, se eleva la aleacion del oro y plata á esta ley, añadiéndola una cantidad suficiente de este último metal. Esta operacion se llama *incuartacion*. Entonces se reduce la aleacion á granos ó láminas; se vierte encima dos ó tres veces su peso de ácido nítrico, que debe ser perfectamente puro, y cuando se juzga que la disolucion ha sido llevada tan lejos como es posible por este primer ácido, se añade mas. En fin, despues de haber lavado bien el oro, se hace todavía hervir sobre este metal ácido sulfúrico, que separa las dos ó tres milésimas de plata que el ácido nítrico mas concentrado no ha podido disolver y entonces se tiene el oro perfectamente puro.

La plata que se halla en disolucion en el ácido nítrico, es precipitada en estado metálico por el cobre, ó en estado de muriato por el muriato de sosa.

Teniendo el oro un gran valor en la opinion de todos los pueblos civilizados, se ha querido poder determinar con precision su ley, es decir, su grado de pureza. Se supone pues aquí como para la plata, que una masa cualquiera de oro se halla escondida en mil partes llamadas milésimas. El oro perfectamente puro tiene mil milésimas de fino; el que contiene seis milésimas de liga es, de 0,994, etc.

Dos medios hay de juzgar de la pureza del oro. El primero es un medio de aproximacion que no puede usarse sino cuando se tiene una grande experiencia de su uso. Consiste en frotar la joya de oro sobre una piedra parda, y mejor todavía negra, que sea dura; de grano muy fino, sin ser brillante, y que sea inatacable por el ácido nítrico. Ordinariamente se usa una cornenia particular á la que se ha dado el nombre de *lidiana*, y que mas vulgarmente se llama *piedra de toque*. El oro deja en esta piedra una señal muy visible que se debe examinar con atencion. Sobre esta señal se pasa ácido nítrico muy puro, que disuelve en el momento los metales aleados con el oro. Se examina de nuevo la señal que se halla tanto mas borrada cuanto menos puro sea el oro.

El otro procedimiento perfectamente exacto no puede ser referido aquí, porque es enteramente químico. Es la separacion ejecutada en pequeño con todas las precauciones convenientes.

No podemos dar á conocer aquí todas las formas que se dan al oro en las artes, ni todas las maneras de usarle. Nos limitaremos á citar las principales.

El oro en masa sirve para hacer joyas. Como es tan dúctil, que estos objetos siempre muy delgados no tendrian solidez alguna, hay necesidad de alearle con cierta cantidad de cobre. El oro aleado con plata, toma un color verde pálido.

El oro es muy estimado por su brillo y su inalterabilidad, pero siendo preciso economizarle por su alto precio, se ha inventado un medio de aplicarle en capas sumamente delgadas sobre casi todos los cuerpos, lo cual constituye el arte del dorado.

Se pueden establecer tres divisiones en este arte en razon á los principios que se siguen en la aplicacion del oro.

1. El oro se aplica sobre la madera, sobre el carton, sobre el cuero, ó sobre cualquier otro cuerpo que no puede experimentar la accion del fuego por medio de un mordiente que es, ya un aceite craso y secante, ya una cola animal. En este último caso se emplea el oro reducido á hojas muy delgadas llamadas *panes*.

2. El dorado sobre porcelana, loza, cristal, esmalte, ó cualquier otro cuerpo parecido, se hace con oro reducido á polvo muy fino. Se reduce el oro á este estado, bien triturando sobre un cristal algunas hojas muy delgadas de este metal que se dividen por medio de miel, goma, ú otro mucílago, bien precipitando con sulfato de hierro verde una disolucion nitro-muriático de oro. Este oro muy dividido se usa con el pincel. No se la añade fundente alguno si la cubierta vítrea de los cuerpos sobre que se aplica se ablanda por el fuego que se le da para fijarla, pero si esta cubierta como la de la porcelana es demasiado dura, se añade al oro en polvo, bórax ú óxido de bismuto que le sirven de fundente.

3. El dorado sobre plata ó cobre, está fundado en principios enteramente diferentes. El oro se aplica sobre estos metales por medio del mercurio, disolviendo aquel en este hasta que esté saturado; se aviva por diferentes operaciones la superficie del cobre ó de la plata; se extiende la amalgama con una brocha en la superficie que se ha de dorar y se lleva la pieza al fuego; el mercurio se volatiza y el oro queda. Esta manera de dorar se llama *dorado á molido*; se doran tambien los metales por medio de hojas de oro que se aplican con el bruñidor sobre la superficie recientemente limpia.

El óxido purpúreo de oro es la base de los colores vitrificables que dan el rosa, púrpura y violeta.

Antes del descubrimiento de la América, el valor del oro no era muy diferente del de la plata, porque desde el descubrimiento de este continente, la plata se ha esparcido por Europa en una proporcion mayor que el oro. En Asia esta relacion es todavía la de once á doce, lo cual prueba que en este país el producto de las minas de oro no es tan inferior al de las minas de plata como en el resto del globo.

V. *Tratamiento metalúrgico y usos del cobre.*

No debemos hablar aquí mas que de las minas de cobre que son explotadas particularmente por este metal; y entre ellas no trataremos mas que de los minerales de cobre sulfurado; los otros á excepcion del cobre bituminoso, no son casi nunca explotados solos.

Se tuesta el cobre bituminoso arenoso ó esquistoso,

para volverle mas friable, y para hacerle perder una parte del azufre que contiene. Estas tostaciones se hacen al aire libre, el carbon bituminoso que contiene este mineral, sirve en gran parte para mantener esta tostacion.

La mayor parte de los minerales de cobre, necesitan igualmente ser sometidos á un gran número de tostaciones antes de ser fundidos en mates. El número de estas tostaciones varía desde seis hasta treinta, segun la calidad del mineral y el modo de tostacion empleado.

Unas veces se tuestan estos minerales en cantidad pequeña, es decir, cerca de cuatrocientos quintales á la vez en *eras* ó *sitios* de tostacion, rodeados de tres murallas y cubiertos de un techado. Es preciso á cada tostacion aumentar la cantidad de combustible que sirve para la operacion, y esto se hace tres ó cuatro veces de seguida antes de proceder á la fundicion.

En otros casos se dispone el mineral en pirámide, segun el procedimiento ya descrito en el artículo primero. Se puede operar entonces sobre cinco mil quintales de mineral. Siendo la tostacion mas completa, se puede fundir el mineral en mate inmediatamente despues.

El mineral tostado es fundido en mate en un horno curvo. Se obtiene en el depósito de recepcion, cobre sulfurado ferruginoso fundido, pardo y frágil, que difiere del mineral, porque contiene menos azufre.

En algunas minas como en Brixlegg en el Tirol y en Garpenberg, se funde el mineral crudo, es decir, sin que haya sido anteriormente tostado. Esta manera de tratarle, se llama *fundicion cruda*.

Los mates que proceden de una ú otra de estas fundiciones son quebrantados y tostados de la misma manera que el mineral; pero las tostaciones que se les hace sufrir, son siempre mas numerosas que aquellas á que se somete el mineral y llegan algunas veces hasta ocho y doce fuegos.

Es conveniente segun Deborn, fundir varias veces los mates en el curso de sus tostaciones. Esta operacion aproxima las partículas, desembaraza los mates de las escorias que cubren el cobre sulfurado, y producen las tostaciones subsiguientes mas completas.

Se obtiene fialmente un mate mucho mas rico, en cuyas celdillas se ven frecuentemente filamentos de cobre en estado metálico.

Este mate es fundido de nuevo en un horno de manga, ordinariamente mas pequeño que el que ha servido para fundir el mineral crudo. Cuando el mineral es hierro piritoso con un poco de cobre, se añaden como en Chessy, cerca de Lyon, escorias de las fundiciones anteriores y cuarzo. Esta sustancia cuando no contiene cal ni alúmina, tiene la propiedad de quitar el hierro al cobre y al azufre, de hacerle mas fusible, de impedir su reduccion y de arrastrarle con él en las escorias.

Se obtiene en la última fundicion de los mates, un cobre que contiene aun un poco de hierro y de azufre, algunas veces de zinc ó de otros metales que le alteran; se le llama *cobre negro*. Contiene cerca de 0,90 de cobre puro; si es mas rico, será tambien mas difícil de refinar.

El objeto que se proponen en la refinacion del cobre, es oxidar y escorificar los metales que estan mezclados con él y que tienen mas afinidad que él con el oxígeno, debiendo oxidarse los primeros. Esta operacion es análoga á la de la copelacion de la plata, y el horno en que se practica tiene tambien alguna semejanza con el horno de copela.

Hay una especie de horno de reverbero, cuyo suelo un poco cóncavo, está cubierto de una brasca de arcilla y de carbon fuertemente batida; en los lados de este horno se establecen dos depósitos de recepcion que tienen la forma de un cono inverso; en el lado opuesto á los depósitos de recepcion se colocan dos fuelles cuyo viento debe caer oblicuamente sobre la superficie del cobre fundido; se pone cobre negro en pedazos medianos en el suelo; el horno de refinacion que tomamos por ejemplo puede contener doscientos cincuenta quilógramos. Se tiene cuidado de poner un lecho de paja entre la brasca y el cobre negro á fin de que los ángulos de los pedazos no hagan agujeros en ella. Cuando el cobre está fundido, se sacan por una puertecilla y con una especie de rastrillo sin dientes las escorias que le cubren, y se dirige el viento de los fuelles sobre su superficie. Al cabo de dos horas próximamente está ya refinado, entonces se abren las comunicaciones que hay entre el hoyo del horno, y los de recepcion, que se tiene cuidado de mantener calientes. El cobre corre á ellos y los llena; se deja trabar su superficie y se echa agua encima para hacer la costra mas gruesa; los obreros la quitan y como es redonda y está cubierta de asperezas comunmente folíaceas, se la ha dado el nombre de *roseta*; asi se saca todo el cobre de los hoyos en rosetas.

Los japoneses echan el cobre sobre un lienzo extendido sobre barras de hierro, y cubierto con dos pulgadas de agua; en este caso forma barras que tienen un color rojo muy vivo.

En algunas fundiciones se añaden al cobre unas 0,05 á 0,06 de plomo: este plomo facilita la fusion y la escorificacion á una temperatura mas baja; pero ademas de que aumenta los gastos arrastra al escorificarse cerca de la séptima parte de su peso, de cobre.

Mientras que el cobre se halla en fusion se eleva de su superficie un humo compuesto de una multitud de globulillos de cobre. Se recogen en la chimenea del horno en la cual se practican algunas veces cavidades para este objeto.

Cuando el cobre contiene plata en cantidad bastante considerable para que sea extraido con ventaja, se separa en grande por la operacion de la copelacion ó por la que se llama licuacion.

No se puede emplear la copelacion sino en los casos en que el cobre contiene por lo menos la mitad de su peso de plata; en el caso contrario, debe someterse á la licuacion.

Se funde entonces el cobre de nuevo en un horno de manga, añadiéndole próximamente tres veces y media su peso de plomo. Esta operacion se llama *refrescamiento del cobre*. Se echa esta aleacion en un molde con brasca, que le da la forma de panes cilíndricos bastante planos; se les llama *panes de licuacion*.

Se colocan estos panes en número de seis á nueve verticalmente y unos al lado de otros, pero guardando entre ellos la distancia de cuatro á cinco centímetros en hornos particulares; van á parar á un sitio compuesto de dos placas de hierro fundido que estan inclinadas una hácia la otra y que dejan entre sí una canal profunda destinada á conducir la materia fundida á un vaso de recepcion.

Los hornos se componen unas veces de dos sitios y entonces los panes del cobre se calientan con carbon de leña que los rodea por todas partes, pero hay dos hornos que se calientan sucesivamente, y desde el momento que la operacion ha terminado en uno, se empieza en el segundo.

Otras veces el horno de licuacion se compone de cuatro cavidades, cada una de las cuales puede contener quince piezas de licuacion; una bóveda las cubre á todas y forma un solo horno de reverbero. Se calienta este horno con leña que se halla colocada sobre la rejilla lateral y no entre los panes como se colocaba el carbon en el primer procedimiento.

En uno y otro método se debe economizar el fuego de tal manera que el plomo solo se funda lo mas completamente posible y arrastre consigo la plata que contenia el cobre. Los panes de cobre aunque aplastados deben permanecer sólidos, pero porosos y muy agujereados como las esponjas.

Estas piezas de licuacion se llevan á otro horno donde son colocadas verticalmente; el objeto de esto es hacerlas *resudar*; es decir, desprenderse por un calor mayor de casi todo el plomo que contienen todavía; calor que no se hubiera podido hacerlas experimentar al principio sin fundir toda la masa que era mucho mas fusible cuando el plomo se hallaba en ella en mayor cantidad.

El plomo obtenido por estas dos operaciones, es plomo de obra ó plomo argentífero; se saca de él la plata por el procedimiento descrito en el artículo del plomo.

El cobre que queda no se halla todavía enteramente privado de plomo; es preciso refinarle de nuevo, y á pesar de estas diferentes operaciones, no se le puede privar enteramente de plata; el que ha sido liquidado con mas cuidado contiene todavía mas de tres milésimas.

El procedimiento de la licuacion no puede aplicarse al cobre que contiene oro; este metal precioso no es separado por el plomo. Si el cobre aurífero contiene mucho oro, se le puede copelar con plomo, pero es una operacion muy costosa y que se ha practicado rara vez. Se ha buscado, pues, un procedimiento menos caro y mas seguro para quitar al cobre toda la plata ó todo el oro que pueda contener. Este objeto se consigue por medio de la amalgamacion. Se reduce el cobre á mate fundiéndole con azufre; se tuestan estos mates dos ó tres veces con muriato de sosa y cal, y despues de cada tostacion se quita una parte de la plata ó del oro, amalgamando el todo con mercurio, segun el procedimiento que se ha descrito en el artículo plata; pero cuando se sabe de antemano que un mineral de cobre es aurífero, vale mas tratarle inmediatamente por la amalgamacion, que verse óbligado á reducir el cobre metálico al estado de mate.

Cuando se tienen minerales de cobre piritoso muy pobres en cobre, no se hace mas que tostarlos para sacar de ellos el azufre, se lavan en seguida para disolver los sulfatos de hierro y de cobre que se han formado. Se reunen estas aguas de lavado con las que corren naturalmente en las galerías de las minas de cobre y que contienen tambien sulfato de cobre y se conducen á cubas donde se han puesto láminas de hierro ó hierro viejo. El cobre metálico se deposita en la superficie de estos pedazos de hierro. Este cobre poroso, friable, y cuya superficie está cubierta de asperezas, lleva el nombre de *cobre de cementacion*. En Schemnitz se quita cada tres dias; una permanencia mas larga retardaria la cementacion, porque el cobre estorbaria el contacto del hierro con el agua cuprosa. Se ha observado ademas que esta operacion era mas larga y mas completa si el agua estaba agitada. El agua que sale de las cubas de cementacion está cargada de sulfato de hierro, que se saca por evaporacion y cristalizacion.

El cobre se usa principalmente en estado metálico para hacer vasijas y utensilios de uso doméstico é instrumentos de química.

El cobre amarillo es como se va á ver una aleacion de cobre y de zinc.

Los óxidos de cobre y las sales que tienen este metal por base, sirven, los primeros en la pintura y en la coloracion de los esmaltes; los segundos en la tintorería. Todos los óxidos de este metal y todas sus sales son venenos muy activos.

VI. *Tratamiento metalúrgico y usos del zinc.*

Casi nunca se tratan los minerales de zinc para sacar este metal aislado que apenas tiene uso en las artes. Sin embargo, en Goslar, se ha llegado á obtener separadamente una corta cantidad de zinc metálico en la fundicion de los minerales de plomo, de cobre que contienen zinc sulfurado. El laboratorio de los hornos de manga, que sirven para esta operacion, está como dividido en dos partes, por la manera de cargar. En una de estas partes el cargador no pone mas que carbon muy menudo. La otra parte está llena de carbon ordinario y el mineral se echa contra la pared de la tobera. El zinc oxidado impelido por el viento de los fuelles contra la camisa del horno, penetra en la columna de carbon menudo, en el cual el calor, y sobre todo la columna de aire, son menores; en aquella parte se condensa y reduce y corre en lágrimas metálicas á lo largo de la camisa. Se reune en su parte inferior sobre una plancha inclinada que se llama asiento del zinc, y es conducido por un canal particular ó un pequeño depósito de recepcion colocado á su lado. En cuarenta y ocho horas se sacan de una fundicion de 3,600 kilógramos de mineral de plomo tostado, unos 8 kilógramos de zinc.

Pero el objeto ordinario del tratamiento de estos minerales es alear inmediatamente el zinc con el cobre para hacer el cobre amarillo ó *laton*.

El mineral de zinc mas comunmente explotado, es el que hemos denominado zinc calamina. El zinc sulfurado forma muy rara vez un objeto de tratamiento particular y menos aun de explotacion.

La primera operacion que se hace sufrir á la calamina despues del apartado, es la tostacion. Unas veces se forman con ella paralelipípedos de cuatro metros de lado, por 12 á 15 decímetros de altura; se componen de capas alternativas de leña y de mineral. Otras veces se dispone la calamina en montones menos considerables que tienen la forma de una colmena y unos dos metros de diámetro. Finalmente, el mejor procedimiento de tostacion parece que es el que se usa en Inglaterra, y que consiste en tostar este mineral en los hornos de reverbero por medio de la hulla.

La calamina tostada por uno de estos medios debe ser reducida á un polvo igual y fino. Primero se tritura groseramente en molinos que giran en sentido vertical. Despues se la reduce á un polvo muy fino entre dos muelas horizontales, y algunas veces se cierne ó tamiza á la manera de la harina. La calamina se halla entonces preparada.

Terminadas estas operaciones preliminares, se trata de reducir la calamina al estado metálico y alearla al cobre por una sola y misma operacion.

Entonces se la mezcla muy exactamente con polvo de carbon y se estratifica este polvo con pedazos de cobre rojo ó lo que conviene aun mas con granalla de cobre; se pone el todo en grandes crisoles de arcilla, preparados con cuidado. Las proporciones son generalmente para 100 partes de mezcla, 0,50 de calamina 0,20 de carbon, y 0,30 de cobre rojo.

Se colocan ocho de estos crisoles en hornos circulares de una construccion particular. Gensanne ha propuesto emplear un horno de reverbero igualmente circular, pero que tiene dos laboratorios abovedados. El laboratorio superior sirve para calcinar la calamina, para cocer los crisoles y condensar el óxido de zinc volatilizado durante la operacion. Los crisoles que contienen la mezcla se colocan en el laboratorio inferior.

Cuando el zinc reducido por el carbon se ha unido con el cobre fundido por el mismo calor, el laton se ha formado, y el cobre ha aumentado próximamente en un cincuenta por ciento. Se reune el laton de seis ú ocho crisoles en uno solo, y se dispone lo necesario para reducirle á planchas. El molde que debe reducirle para darle esta forma, se compone de dos fuertes piedras que ordinariamente son de granito; la inferior es mayor que la superior; estan separadas una de otra por tres fajas de hierro que forman tres de los lados del vacío donde debe formarse la plancha ó lámina de laton. Se unta la superficie de estas piedras

con una papilla compuesta de tierra de horno y estiércol de vaca. Las dos piedras que forman el molde, estan unidas por fuertes tornillos. Este molde sumamente pesado se mueve sin embargo sobre un eje que permite colocarle horizontal ó verticalmente por medio de una cabria. Cuando está preparado, se le inclina quince grados próximamente, y se vierte el laton sobre la parte de la piedra inferior que sobresale de la superior y que sirve como de embudo para conducir el metal fundido al vacío dispuesto entre las dos piedras. Se vuelve á colocar el molde horizontalmente, se aflojan los tornillos y se levanta la plancha de laton con precaucion. Esta plancha pesa de 40 á 45 quilógramos.

Siendo raros y caros los moldes de piedra, se hacen en el Tirol con planchas de hierro fundido.

Tal es la serie de las principales operaciones de la fabricacion del laton con la calamina. Tambien se emplea para hacer el laton, el óxido de zinc llamado *tucia* que se recoge en las chimeneas de los hornos donde se ha fundido el plomo. Pero se cree haber observado, que el laton que de él resulta, es mas blanco y se atribuye esta imperfeccion al arsénico que contiene este óxido de zinc sublimado. Se puede hacer tambien laton con el sulfuro de zinc. Este mineral debe ser tostado con mucho cuidado antes de usarse. No se emplean entonces mas que partes iguales del óxido de zinc que resulta y de cobre.

El laton en plancha sufre aun con frecuencia otras preparaciones antes de ser introducido en el comercio. Se dividen estas planchas cortándolas con tijeras movidas por agua. Se baten con martinetes para adelgazarlas y aun para darles la forma cóncava de la mayor parte de las obras á que se destinan. En otros casos se laminan para hacer hojas delgadas de igual espesor; y finalmente, se tira el metal en la hilera para hacer lo que se llama *hilo de laton*. Todas estas preparaciones de laton que tienen mucho uso en las artes, se hacen en grande y por medio de máquinas. El laton se bate muy bien en frio; pero se golpea y se romperia sino se tuviera cuidado de recocerle cuando se pone demasiado duro. Esta aleacion metálica compuesta de dos metales de una fusibilidad desigual, no puede batirse en caliente; se rompe y se divide entonces con la mayor facilidad.

Se prepara tambien con el zinc un sulfato de zinc que se llama vulgarmente *vitriolo ó caparrosa blanca*. Esta sal se fabrica principalmente en Rammelsberg cerca de Goslar y en Suecia.

Se tuestan los minerales que contienen zinc sulfurado y se lixivian todavía calientes. Se descompone por la agitacion al aire el sulfato de hierro que puede existir en ellos y se separa el óxido amarillo que resulta de esta descomposicion. Se hace evaporar la legía purificada, y se obtiene sulfato de zinc cristalizado y limpio. Se funde con ayuda de su agua de cristalizacion, se le agita constantemente, y se vierte en cubetas en las cuales se endurece formando una masa cristalina y blanca como el azúcar. Asi es como se encuentra en el comercio.

El zinc oxidado blanco puede segun dicen, reemplazar con ventaja al blanco de plomo en la pintura al óleo; no tiene el inconveniente de ponerse amarillo ó negro al aire como este último.

El sulfato de zinc se usa en la tintorería. Los óxidos de zinc se usan en medicina como antiespasmódicos, y secantes notablemente en las enfermedades de los ojos; el sulfato de zinc es astringente y un poco emético.

VII. *Tratamiento metalúrgico y usos del estaño.*

El estaño segun se halle en rocas ó en terrenos de aluvion, sufre dos preparaciones preliminares diferentes.

Cuando se le encuentra diseminado en forma de arena en los terrenos de aluvion, se lavan estos terrenos en su mismo lugar haciendo pasar por ellos una corriente de agua que arrastra las materias pétreas mucho menos pesadas que el estaño. Cuando está en roca, se muelen estas rocas en el bocarte, y se lava la arena que resulta; esta lavadura se hace primero en cajas y despues en mesas.

Tales son casi las únicas preparaciones que se hace sufrir al mineral de estaño cuando no contiene ademas algun sulfuro de hierro ó de cobre. Pero cuando está mezclado con estos sulfuros, que es el caso mas ordinario, hay necesidad de tostarle. La tostacion del mineral de estaño no se hace al aire libre sino en hornos de reverbero bastante parecidos á los de los panaderos. El fuego debe ser conducido con precaucion; un fuego demasiado activo seria perjudicial llevándose una parte del óxido de estaño.

Cuando este mineral mezclado está tostado, se echa todavía casi rojo en cubas llenas de agua. Los sulfatos de hierro y de cobre formados por la tostacion, se disuelven en el agua, y se les extrae por la evaporacion y cristalizacion.

En el fondo de las cubas queda un polvo que es una mezcla de óxido de estaño, de óxido de hierro y de cobre. Se separan estos dos últimos óxidos mas ligeros que el primero lavando el todo en mesas. Algunas veces el óxido de estaño permanece mezclado con el óxido negro de hierro; la mayor parte de este hierro atraible, se separa pasando sobre las mesas un iman fuerte.

El óxido de estaño asi purificado, se funde en un horno de manga muy bajo, cuyo suelo muy inclinado es de granito, el depósito del antehogar de arcilla, y el de recepcion de hierro fundido.

Este horno se carga por arriba con mineral y carbon mojado á fin de que el viento de los fuelles no arrebate el mineral que es muy ligero. Como la corriente de la llama se lleva siempre una parte, la chimenea se cambia hácia la mitad de su altura en una especie de cámara de madera barnizada de arcilla; el polvo de este mineral arrastrado por la llama, se deposita en esta especie de caja.

Estos principios de tratamiento son los que se siguen en Sajonia y Bohemia. Los procedimientos ingleses usados en el condado de Cornwall, son un poco diferentes.

El estaño de los filones que contienen ordinariamente sulfuros metálicos, se mezcla con hulla crasa y se funde directamente sin tostacion preliminar en un horno de reverbero. Por este medio, y desde el primer fuego, se obtiene estaño y escorias que contienen el cobre, hierro y demás metales que estaban mezclados con el mineral de estaño. Como estas escorias no estan enteramente privadas de estaño metálico, se separa este metal por el bocarte y el lavado.

El estaño fundido por uno ú otro de estos procedimientos, rara vez está bastante puro para ser entregado al comercio; siempre necesita refinarse. En Alemania se hace sufrir á este metal una nueva fusion en medio de un fuego de leña, y se cubre de resina la superficie del baño de estaño fundido. En Cornwall se funde de nuevo con hulla en polvo en el mismo horno de reverbero. El mineral de estaño mezclado con su ganga, da en grande en el condado de Cornwall poco mas ó menos 0,025 de este metal.

El óxido de cobre separado del mineral de estaño, se funde separadamente; pero como rara vez es puro, no da mas que una aleacion ágria análoga al bronce, y usada por los fundidores.

El estaño como metal blanco bastante brillante, sirve para hacer muchas vasijas de uso doméstico que no tienen mas defecto que el ser bastante blandas.

Se aplica por medio de la fusion á la superficie del cobre y del hierro; impide al primero cubrirse de

cardenillo, y al segundo de orin. Para estañar el cobre se calienta este metal, se cubre de resina á fin de impedirle oxidarse, y se frota con estaño fundido; el cobre no toma mas que una capa de estaño muy delgada. Para preparar el hierro estañado llamado *hoja de lata*, se hacen desoxidar las hojas delgadas de este metal en una agua ligeramente ácida, se limpian ademas con gres, y se introducen en un baño de estaño cubierto de sebo fundido; estas hojas se limpian con salvado.

Aplicando una hoja de estaño detras de los cristales se les da lo que se llama el *alinde* ó *azogade*; describiremos esta operacion en el artículo del mercurio.

Las disoluciones de estaño tienen mucho uso en el arte de la tintorería. Avivan los colores purpúreos sacados del reino animal, ya sea de las conchas, que ofrecian este color á los antiguos, ya de la cochinilla que le proporciona mucho mas fácilmente á los modernos. Se cree que los fenicios que conocian la accion de este metal, hacian hervir su tinte de púrpura en vasijas de estaño.

El estaño muy oxidado, llamado *potea de estaño*, se usa como materia para pulimentar.

VIII. *Tratamiento metalúrgico y usos del mercurio*.

No se trata en grande mas que el mercurio sulfurado. Este sulfuro aunque muy pesado cuando está en masa, se reduce por la trituracion á un polvo tan fino que es arrebatado con bastante facilidad por el agua; de manera que rara vez es ventajoso moler y lavar estos minerales para separar la ganga á menos que sea sumamente ligera.

Asi, pues, por lo general, no se hace mas que quebrantar y escoger el mineral, y no se tratan mas que los pedazos que contienen 0,006 de mercurio. Dos procedimientos hay muy diferentes de tratar los minerales de mercurio. El uno se usa en Francia, y el otro en Almaden y en Idria.

En Mont-Tonnerre en Francia, el sulfuro de mercurio convenientemente triturado, se mezcla con cal apagada. Cuanto mas rico es el mineral mayor debe ser la proporcion de cal. Cuando el mineral, contiene 0,015 de su peso de mercurio, se añaden unas 0,13 de cal.

Se pone esta mezcla en grandes retortas de hierro fundido, que tienen cerca de un metro de longitud por treinta y cinco centímetros de diámetro. Se disponen estas retortas en dos líneas de altura en hornos largos, que se llaman galeras, y se adapta á cada una de ellas un recipiente lleno de agua hasta una tercera parte. Se pone fuego en este horno con leña ó hulla; el sulfuro de mercurio es descompuesto por la cal, y el mercurio puro cae en el recipiente.

En Almaden y en Idria, el sulfuro de mercurio es tratado en un horno de construccion particular. Se forman dos casillas separadas una de otra y que comunican por medio de una terraza atravesada por una reguera. Una de estas casillas es el horno en que se pone cinabrio. Se le coloca en un suelo de ladrillo lleno de aberturas por las cuales pasa la llama del hogar que está debajo. El mineral en polvo se amasa con arcilla, y se hacen de él masas pequeñas. En las aberturas de este horno, que dan sobre la terraza, se colocan varias filas de aludeles alineados unos tras de otros, y que van á parar hasta la casilla opuesta. Por medio de estos canales, el mercurio es conducido por destilacion á la casilla que se halla al otro extremo de la terraza y que sirve de recipiente.

Este horno ha sido primero establecido en Almaden, y despues copiado en Idria. Si la descripcion que de él se ha hecho es completa, se ve que tiene muchos defectos y especialmente los de emplear mucho combustible y dejar probablemente perder mucho mercurio. Tampoco se dice cual es el intermedio que se usa para descomponer el sulfuro de mercurio.

Pocos metales tienen usos mas variados. Como metal se usa en la construccion de muchos instrumentos de física. Se usa tambien en las artes para dar á los espejos lo que se llama el *azogado*; es decir, para fijar en una de sus caras una amalgama de estaño y mercurio. Se extienden sobre una gran mesa de piedra *movible* y con bordes, hojas de estaño laminado. Se cubren con una capa de mercurio de algunos centímetros de espesor. Se desliza el cristal que se quiere azogar sobre este baño de mercurio, y se hace escurrir el mercurio sobrante, enderezando la mesa de piedra. La hoja de estaño amalgamada se aplica exacta y sólidamente sobre el cristal.

El mercurio sirve en el dorado y plateado sobre cobre; se disuelve el oro y la plata en este metal; se aplica esta amalgama sobre el cobre; se lleva la pieza al fuego, el mercurio se evapora y deja sobre el cobre la plata ó el oro.

Se combina artificialmente el mercurio con el azufre, y se forma un cinabrio puro, que se usa en la pintura con su verdadero nombre, y con el de *bermellon*.

El mercurio ofrece á la medicina en sus preparaciones químicas un gran número de medicamentos eficaces.

Los obreros que trabajan en las minas de mercurio y los que manejan mucho este metal, se hallan expuestos á enfermedades peligrosas y especialmente á temblores convulsivos y á paralisis.

IX. *Tratamiento metalúrgico y usos del antimonio.*

Siendo el antimonio sulfurado la única especie que se encuentra en masas voluminosas, es tambien el único mineral de antimonio de que se saca este metal en el tratamiento en grande.

Este tratamiento tiene por objeto ya únicamente separar el antimonio sulfurado de su ganga porque esta combinacion sulfurosa se usa con mucha frecuencia en las artes, ya extraer de ella el metal puro.

Se pone el sulfuro de antimonio quebrantado en pucheros ó crisoles que tienen varios agüjeros en su fondo. Se colocan estos crisoles sobre otros enterrados hasta su mitad en la tierra ó en el suelo del horno. Se pone leña encendida alrededor de los crisoles superiores y el sulfuro de antimonio fundido abandona su ganga y cae á los crisoles inferiores, donde se solidifica en una masa compuesta ordinariamente de agujas.

Cuando la operacion está terminada, hay necesidad de dejar enfriar todo el aparato para vaciar los crisoles superiores é inferiores. Este procedimiento, que es uno de los mas seguidos, ocasiona un gasto bastante considerable de crisoles, de combustible y de tiempo. Se puede disminuir por uno ú otro de los procedimientos siguientes.

El primero es propuesto por Gensanne. Se colocan los crisoles que contienen el antimonio y su ganga, en el interior de un horno; se ponen fuera los crisoles que han de servir de recipiente; se les hace comunicar con los de dentro por un conducto de tierra; se puede calentar el horno con hulla. El antimonio fundido corre á los crisoles exteriores y se separa inmediatamente; se saca la ganga de los crisoles superiores y estos se llenan con nuevo mineral, sin que sea necesario dejar enfriar el horno.

Se podrian emplear aun con mas ventaja para operar esta separacion, hornos de reverbero, cuyo suelo fuese un poco inclinado. Esto es lo que se ejecuta en algunas minas del departamento de la Vendeé en Francia. Se ha usado una especie de horno de reverbero circular; se colocaba el mineral en el suelo cóncavo de este horno; cuando el antimonio sulfurado estaba fundido, se reunia en la parte mas baja del

horno, y entonces se le hacia salir por una abertura á un depósito de recepcion situado cerca del horno.

Cuando se quiere separar el antimonio puro del sulfuro de antimonio obtenido por estas primeras operaciones, es preciso ante todo desprender el azufre por medio de un calor lento. Se quebranta el mineral, se colocan estos fragmentos sobre el suelo de un horno de reverbero, simple ó de varios pisos. Se le calienta suavemente; el azufre se volatiliza en parte y el antimonio queda en estado de óxido gris un poco sulfurado.

Se pone este óxido en grandes crisoles con la mitad de su peso de tártaro, de vino, y se colocan estos crisoles en un horno de fundicion ó en el suelo de un horno de reverbero.

El carbono del ácido tártrico, separado por la accion del fuego, y reducido á sus moléculas integrantes, desoxida rápidamente el antimonio; la potasa se apodera del azufre que queda, facilita la fusion del metal, y envolviéndole le impide oxidarse de nuevo y volatilizarse; el metal se reune entonces en el fondo de los crisoles.

Un hecho bastante notable es que no se puede obtener el mismo resultado empleando polvo de carbon y fundentes terrosos ó salinos. Entonces no se saca mas que una pequeña parte de antimonio, y aun se halla diseminada en glóbulos en medio de la masa vitrificada del fundente.

El antimonio obtenido por este medio corre en el comercio con el nombre de *régulo de antimonio*; su superficie presenta ordinariamente una ó varias estrellas grandes cuyos rayos imitan bastante bien la forma de las hojas de ciertos helechos; es una cristalizacion confusa.

El antimonio se usa poco en estado metálico; su fragilidad limita mucho los usos que se podrian hacer de él. Con el plomo forma la aleacion que se usa para fundir los caracteres de imprenta; pero sus óxidos son la base de un gran número de medicamentos muy activos. Entran asimismo en la composicion de los colores amarillos destinados á la pintura sobre esmalte ó porcelana.

X. *Tratamiento metalúrgico y usos del bismuto.*

El bismuto se encuentra casi siempre en estado nativo, y siendo muy fusible, se concibe que debe ser fácil extraerle de sus gangas; asi su tratamiento metalúrgico es muy sencillo; se ponen los pedazos quebrantados en grandes crisoles, que se rodean de leña encendida. Un calor muy moderado basta para fundir este metal y separarle de su ganga; sin embargo, si la proporcion de la ganga del metal es bastante considerable, se añade un fundente terroso y alcalino. Cuando el bismuto contiene arsénico, se hace volatilizar este metal manteniendo el bismuto en fusion durante algun tiempo. En Schneeber, el mineral de donde se saca el bismuto es una mina de cobalto. Se introducen los pedazos quebrantados de este mineral en tubos de hierro de 14 decímetros de largo por un decímetro de diámetro. Estos tubos se colocan atravesados en un horno y un poco inclinados. Una de sus extremidades, por la que debe correr el bismuto, está en parte tapada por un pedazo de arcilla atravesado solamente por una abertura pequeña; la otra extremidad está cerrada por una tapadera de hierro. Cuando el mineral se calienta suficientemente, el bismuto cae por la extremidad inferior del tubo en una cápsula de hierro. En todos casos, no es necesario calentar el bismuto muy fuertemente; porque este metal es muy oxidable y su óxido es volátil.

El bismuto se emplea para dar mas solidez al estaño, sin quitarle su blancura.

Sus óxidos comunican á los esmaltes y al vidrio un color amarillo, análogo al que les da el plomo.

Se usa su óxido bien lavado, para el dorado sobre porcelana; se añade al oro en la proporcion de una décima quinta parte.

Se ha empleado últimamente contra los dolores de estómago, como antiespasmódico.

XI. *Tratamiento metalúrgico y usos del cobalto.*

El cobalto en estado metálico no tiene uso alguno; de suerte que no se conoce ningun procedimiento metalúrgico que tenga por objeto separar el cobalto metálico de sus minerales; pero el hermoso color azul que se prepara con este metal y que se llama *esmalte* ó *azul de esmalte*, ha sido conocido mucho tiempo antes de que se descubriera en el mineral que se emplea para prepararle, la presencia de un metal particular; parece tambien, por los fragmentos de mosáico y de esmaltes antiguos que nos quedan, que los antiguos conocian este mineral, y el medio de obtener el esmalte azul.

Este color es introducido en el comercio, bajo dos estados muy diferentes; uno es el *safre* ó *saflor*; el otro es el esmalte.

El *safre* es una mezcla de óxido de cobalto calcinado y de sílice; es, por consiguiente, gris y pulverulento, y se prepara para dar el esmalte azul por la fusion. El *esmalte* es un vidrio coloreado en azul por el óxido de cobalto y pulverizado.

Para preparar estas sustancias se escoge el mineral de cobalto, de manera que se separen los metales y las otras sustancias extrañas. Se quebranta, se muele bastante fino, se le criba ó lava sobre mesas; se coloca en seguida en el suelo de un horno pequeño de reverbero que se calienta con leña ó con hulla; este horno está terminado por una larga chimenea horizontal destinada á condensar el óxido de arsénico que se desprende del mineral de cobalto.

Cuando el mineral de cobalto es privado por esta tostacion del azufre y del arsénico que contenia, se criba de nuevo, se muele muy finamente, y se mezcla con dos ó tres partes de arena silícea muy pura. Entonces se tiene la preparacion que se llama *safre*.

Si se quiere hacer *esmalte* que es mucho mas comun en el comercio que el safre, se añaden al óxido de cobalto tostado, cribado y pulverizado, dos ó tres partes de arena silícea, poco mas ó menos otra tanta potasa, y aun mas, segun la facultad que tiene el óxido de teñir mas ó menos fuertemente; se pone esta mezcla en crisoles que se colocan en un horno, se obtiene por la fusion un vidrio azul que se echa cuando está caliente en el agua. Ordinariamente queda en el fondo del crisol un resíduo de cobalto metálico, las mas veces impuro, que se llama *speis*.

Este vidrio azul se muele en molinos y se divide por lavaduras sucesivas en polvos azules de diferente finura; estos polvos son los que se llaman *esmalte*.

Se reconocen varias calidades de esmalte segun la intensidad de su color ó de su finura. El mas fino se usa en el aderezo de los lienzos, batistas, linos y muselinas; el de segundo grado, sirve para teñir el engrudo que se emplea en la pintura en esmalte; el mas grueso sirve á los confiteros y á los pintores de casas para hacer fondos azules.

El azul que se pone de fondo sobre la porcelana dura, se hace con óxido de cobalto bien purificado y fundido con feldspato y un poco de potasa.

El azul de cobalto es sumamente vivo, y tan inalterable como el que se saca de la lazulita y que se conoce con el nombre de *ultramar*; pero como es una materia vítrea, no podria usarse al óleo. Thenard ha compuesto un azul de cobalto, que posee esta cualidad haciendo una mezcla de alúmina y de fosfato de cobalto preparado con cuidado. Este color une á todas las cualidades del ultramar, la ventaja de ser de poco precio.

XII. *Tratamiento metalúrgico y usos del arsénico.*

Casi nunca se tratan los minerales de arsénico propiamente dichos; el óxido de este metal que entra en el comercio procede de la tostacion de los minerales de estaño, plata, cobalto, etc. Se ha visto que estas tostaciones, y sobre todo la del cobalto, se hacian frecuentemente en hornos de reverbero, cuyo laboratorio prolongado formaba varias cámaras, en las cuales se condensaba el ácido de arsénico sublimado por la tostacion. De tiempo en tiempo se saca este óxido, pero es impuro y necesita ser purificado; esta operacion se hace de la manera siguiente en una mina de Bohemia.

El horno de sublimacion consiste en un cuerpo de mampostería macizo y cuadrilongo. Tiene dos hogares, uno á cada extremo; las chimeneas se reunen en una bóveda comun que da salida al humo. Sobre el hogar de estos hornos, se colocan cinco vasos sublimatorios compuestos cada uno de una cucúrbita y de un capitel cónico de hierro fundido; estas dos piezas se enlodan con arcilla. No se pone el arsénico en las cucúrbitas, sino cuando estan rojas; se introduce el metal en él por un agujero abierto en el capitel y que se vuelve á tapar en seguida. Se echan á la vez siete quilógramos de arsénico que emplean cerca de dos horas en sublimarse; se vuelven á introducir y por la misma abertura otros siete quilógramos, y así sucesivamente hasta setenta y siete. Se deja enfriar bien el horno antes de desprender el óxido blanco de arsénico que se ha sublimado en los capiteles.

Cuando se quiere hacer oropimente, se añade una parte de azufre por cada dos de arsénico, y se opera de la misma manera que para el óxido.

El óxido de arsénico así sublimado es vítreo, y tiene al principio el aspecto del cristal; pierde esta cualidad por el contacto del aire. Fragoso, que ha descrito las operaciones anteriores, asegura que los obreros que le hacen no son atacados en manera alguna, y que viven tanto tiempo como otros; tienen cuidado solamente de taparse la boca con un pañuelo cuando echan el arsénico en las cucúrbitas y cuando separan los capiteles.

Este óxido metálico es un objeto de comercio en Sajonia, en Bohemia, y en la Silesia prusiana.

XIII. *Tratamiento metalúrgico y usos del hierro.*

Los minerales de hierro considerados bajo el punto de vista de su tratamiento metalúrgico ó del arte de extraer el hierro con economía, deben ser divididos en dos clases solamente; primera, los minerales ó minas terrosas; segunda, los minerales en roca.

La primera comprende el hierro pardo granuloso, y las diferentes variedades de hierro terroso.

En la segunda, estan el hierro oxidulado, el hierro oligisto, el hierro rojo hematite, el hierro pardo fibroso, y el hierro espático.

Los minerales de hierro terroso, de que hablaremos primero, no tienen jamás necesidad de ser tostados. Solamente es preciso lavarlos. Este lavado tiene por objeto separar las tierras arcillosas ó calizas que envuelven al hierro granuloso. Si estos minerales estan en masa sólida, se les quebranta y se hace pasar al mismo tiempo por debajo de los pilones del bocarte una corriente de agua que arrastra las tierras. Este primer lavado no siempre es suficiente.

Cuando los minerales han sido quebrantados, ó cuando naturalmente son friables, se les lava completamente en zanjas ó en lavaderos particulares.

El primero consiste en una especie de fosa larga llamada artesa. Encima de este hoyo y en sentido de su longitud, hay colocado un árbol horizontal armado de brazos de hierro doblados dos veces en ángulo recto. Los brazos de este árbol puestos en accion por una rueda movida por el agua, agitan y lavan el mineral colocado en la artesa y sobre el cual pasa continuamente una corriente de agua.

El segundo es una especie de criba inclinada semejante á una escalera, cuyos escalones fuesen prismáticos y muy unidos unos á otros; se echa el mineral en el por medio de una tolva colocada al en su parte alta; se hace pasar al mismo tiempo una corriente de agua bastante rápida para desleir las tierras que cubren el mineral, y las arrastra al través de las hendiduras estrechas que separan las barras tranversales del aparato.

Las minas terrosas que necesitan ser lavadas, pueden ser conducidas por uno de estos medios al grado de pureza necesario, para que sean fundidas con la mayor economía posible.

Los minerales en roca, no son lavados ni aun quebrantados, pero casi todos tienen necesidad de ser tostados. Parece que el objeto de esta tostacion es diferente segun las especies de mineral que á esta operacion se someten. En general, tiene por objeto principal hacer el mineral mas quebradizo, separar el azufre ó el arsénico de los que lo contienen, el agua de cristalizacion del hierro espático, etc.

Frecuentemente se deja este último mineral largo tiempo expuesto al aire antes y mejor aun despues de la tostacion. Entonces se hace mas fusible. Descostils, habiendo observado que la magnesia es la tierra que vuelve refractarios los minerales de hierro espático, cree que una larga exposicion al aire y al agua, los desembaraza de esta tierra, ya porque el agua quita el sulfato de magnesia que se ha formado en la tostacion por medio del azufre de las piritas, ya porque el agua arrastra poco á poco el carbonato de magnesia. En este caso es preciso que la exposicion al aire dure un gran número de años.

No conteniendo los minerales de hierro, como los sulfuros metálicos una materia combustible por medio de la cual la tostacion pueda continuarse, es preciso disponerlos en capas alternadas con madera ó hulla y colocarlas en hornos cuadrados ó en conos inversos semejantes á aquellos en que se cuece la cal.

Los minerales de hierro en roca no necesitan siempre ser tostados; el hierro espático de Kleinboden en el Tirol y el de Cisen-Ertz en Estiria pueden pasarse sin tostacion. Igualmente se puede omitir esta operacion preliminar para la mayor parte de los minerales destinados á ser fundidos en altos hornos de diez á doce metros de altura. El tiempo que emplean en bajar de la abertura superior del horno hasta su fondo, equivale á una tostacion particular. Todos los minerales de hierro toman por esta operacion un color pardo rojizo que no tenian antes, y todos los que no obran sobre la aguja imantada adquieren por este medio dicha propiedad.

Los minerales de hierro que han sufrido estas operaciones preliminares se hallan dispuestos á ser fundidos.

Los hornos generalmente empleados para fundir en grande los minerales de hierro tienen una forma particular y llevan el nombre de altos hornos porque en efecto son mucho mas altos que anchos; algunos tienen catorce metros de altura y parecen pozos ensanchados en su parte media; la forma de las diferentes partes de estos hornos y sus dimensiones respectivas, son de la mayor importancia para el éxito de las fundiciones que se hacen en ellos.

Las diferentes partes que componen estos hornos, son en gran número; no hablaremos aquí sino de las principales.

Los altos hornos á causa de la gran solidez que deben tener se elevan sóbre estacas ó sobre una doble reja de maderos que forma sus cimientos. Sus murallas ordinariamente muy gruesas estan atravesadas por

canales para la evaporacion de la humedad. Este grueso puede disminuirse si se quiere forrar de hierro la parte exterior de estos hornos.

El hogar y el laboratorio estan encerrados y como confundidos en la misma cavidad; no hay chimenea propiamente dicha. La cavidad media del horno tiene generalmente la forma ó de dos conos juntos por la base ó de un elipsoide; lleva particularmente el nombre de cuba. Termina inferiormente por una cavidad, ya casi cilíndrica ó un poco cónica y que se llama *crisol*, ya prismática. Se observan en ella tres clases de aberturas; una ó varias por las cuales se introduce el aire destinado á excitar el fuego; otra abierta en el borde exterior del crisol y por la cual deben salir las escorias deslizándose sobre una plancha de hierro inclinada llamada la *dama*; una tercera practicada en el fondo mismo del crisol y que está destinada á dejar salir el metal fundido cuando se destapa.

El crisol se ensancha por su parte superior para reunirse á la gran cavidad del horno. La gran cavidad ó cuba se estrecha insensiblemente hasta la abertura superior y circular del horno que se llama el *cañon*. El crisol y su ensanche tomados en conjunto son designados en general con el nombre de *obra*.

La masa del horno está construida de mampostería, pero sus paredes interiores deben ser de piedra refractaria y mejor aun de ladrillo infusible. El fundidor mismo es el que construye la parte del horno que se llama la *obra*. Da al crisol y á su ensanche dimensiones diferentes segun la naturaleza de la mina que tiene que fundir. Pero en general se ha notado que la fundicion se hacia tanto mejor, cuanto mayor era la pendiente del ensanche y actualmente se ha suprimido casi del todo.

Cuando el horno está preparado, y bien seco por un fuego de carbon, se carga por el cañon con una mezcla compuesta de mineral, de carbon, y algunas veces de un fundente terroso que es arcilloso ó calizo segun la naturaleza del mineral. Si el mineral es muy arcilloso y este es el caso mas ordinario, se le añade piedra caliza que se llama *castina*. La naturaleza de esta cal carbonatada influye mucho en la calidad de la fundicion que se debe obtener y es importante apreciar la cantidad de arcilla ó de sílice que contiene. Cuando la mina es demasiado caliza se le añade una tierra arcillosa.

El combustible empleado para fundir los minerales de hierro en este horno, es carbon de leña ó hulla carbonizada. No hablaremos al principio sino del tratamiento por el carbon de leña. Se ha observado que el mejor para los altos hornos era el carbon de encina bien seco hecho con leña de diez y ocho á treinta años.

No es posible determinar de una manera general las proporciones de estas tres sustancias. Sin embargo, suponiendo el caso mas sencillo se pueden indicar las proporciones siguientes : mineral de hierro terroso 0,58; castina de mármol blanco 0,09; carbon 0,33; que darán poco mas ó menos 0,20 de fundicion y 0,15 de hierro.

El fuego se activa en este horno por fuelles de madera, por el viento de las trompas, ó por bombas sopladoras.

El viento no se introduce ordinariamente en el horno mas que por una tobera. Sin embargo, en Treibach en Carintia, se ponen dos toberas opuestas. Se ha observado que poniendo dos ó tres toberas en dos ó tres puntos opuestos de la circunferencia del horno, la fundicion se hacia mucho mejor y con mas economia.

A medida que el carbon se consume y que el mineral y sus mezclas terrosas se funden, la masa que hay en el horno, se aplana; y si el trabajo va bien, debe descender lentamente y con igualdad. El mineral calentado y como preparado en la parte superior del alto horno, se halla completamente fundido al llegar delante de la tobera. El óxido de hierro reducido en parte se combina con cierta cantidad de carbono y pasa al estado de *hierro colado*. Teniendo entonces un peso específico mucho mas considerable que las tierras vitrificadas que le acompañan, las abandona, corre y se reune en el fondo del crisol. La arcilla, la sílice, la cal, y algunas veces la magnesia de las gangas, el todo mezclado con un poco de óxido de hierro, forman por su vitrificacion un esmalte ó una escoria que sobrenada en la fundicion y llega bien pronto á los bordes del crisol. Este vidrio opaco, pardo, de fractura algunas veces lustrosa y concoidea, otras laminosa y litoidea lleva el nombre de escoria; sale por una abertura practicada en el borde superior del crisol y corre á lo largo de la plancha de hierro inclinada que se llama la *dama*. Se ha observado que la carga que se echa en el cajon de un horno de quince metros de altura, emplea cerca de tres dias en bajar hastr el crisol. Los trabajadores colocados en el cañon no dejan al horno vaciarse sino que reemplazan con nuevas cargas las que van bajando.

Cuando se juzga por el número de cargas y la abundancia de escoria que sale, que el crisol está lleno de materia fundida, se prepara lo necesario para vaciarle por la operacion que se llama la *colada*.

El fundidor practica en el suelo arenoso de la fundicion que está dispuesto á propósito, un surco triangular, ó cavidades ya rectangulares, ya hemisféricas, destinadas á recibir la fundicion, y á darla la forma que se crea mas conveniente. Entonces se detiene el viento de los fuelles; un trabajador, con una larga barra de hierro, destapa el fondo del crisol que estaba tapado con arcilla. La fundicion sale y llena las cavidades que se le habian preparado.

Cuando la masa de fundicion que ha salido se ha solidificado en un surco abierto en el suelo de la fundicion, toma la forma de un largo prisma triangular, adelgazado en sus extremidades, y al cual se da el nombre de *goa*.

Es preciso cuidar de que la arena que sirve de molde esté bien seca; la menor humedad produciria una explosion peligrosa. A medida que la fundicion corre, un obrero la cubre de polvo mezclado con carbon, para impedirla arder y disminuir la intensidad del calor que despide, y que incomoda mucho á los trabajadores. Cuando ha salido toda la materia fundida, se tapa la abertura con arcilla, se da viento, y se continúa la fundicion.

Los altos hornos trabajan continuamente durante varios meses seguidos; ordinariamente se hacen dos ó tres coladas por dias.

Se puede fundir el mineral de hierro en alto horno con hulla; pero es necesario que el combustible fósil está privado por medio de una carbonizacion análoga á la del carbon de leña, en primer lugar del betun que la hace pegajosa y la impide bajar poco á poco en el alto horno; y en segundo lugar, del azufre que muchas veces contiene, y cuya presencia es muy perjudicial para la fabricacion del hierro.

La fundicion obtenida por la operacion, que se acaba de describir, es, como se sabe, una combinacion de hierro con un poco de oxígeno y carbon. Pero estos tres principios varían mucho en sus proporciones y dan una fundicion de calidades muy diferentes que es importante conocer antes de tratar la refinacion del hierro.

Reduciremos las calidades de la fundicion á dos principales. La fundicion blanca, y la fundicion gris.

La fundicion, naturalmente blanca, tiene la fractura laminosa; es de color gris blanco; contiene mas oxígeno y menos carbon que la fundicion gris; es mas dura, mas quebradiza, y mas fusible; pero se fija con mas prontitud; al correr, despide muchas chispas blancas y brillantes; su superficie es irregular, y la contrac-

cion que experimenta al enfriarse es bastante considerable. La escoria que acompaña á esta fundicion, tiene tambien algunos caracteres particulares; es muy líquida, de color verde-pardo, y contiene mucho hierro. Esta fundicion es siempre producida por el tratamiento de los minerales de hierro, que contienen manganeso, cualquiera que sea la cantidad de carbon que se emplee para fundir. El manganeso da generalmente una gran fusibilidad á estos minerales; de donde resulta que el hierro espático y el hierro oxidado pardo, reunidos, forman la mezcla mas fácil de fundir. Sin embargo, esta fundicion difícil de refinar completamente, es poco estimada cuando se trata de obtener *hierro dulce*, pero da mejor acero natural.

No debe confundirse esta fundicion blanca natural, con la que se obtiene de todas clases de minerales, cuando la operacion es mal conducida ó el carbon no está en cantidad suficiente, ni con la que resulta del enfriamiento repentino de la fundicion gris.

La fundicion gris es de color gris que tira á negro; su grano es fino y brillante; contiene mucho mas carbono que la precedente, y es menos dura y menos fusible. Al correr despide chispas rojizas; su superficie es bastante unida, y ordinariamente está cubierta de una película de carburo de hierro. Es mas pesada que la fundicion blanca en la proporcion de 100 á 94. Se contrae menos al enfriarse; y en fin, se consume próximamente, una quinta parte mas de carbon para obtenerla. La escoria que la acompaña, es blanca, pastosa, y de fractura laminosa. Esta fundicion núnca es producida por los minerales de hierro manganesíferos. Se distinguen dos clases de hulla; la fundicion gris agria, que sufre mucha merma en la refinacion, y da mal hierro; y la fundicion gris dulce que tiene cualidades opuestas á estos defectos. Esta es la mas estimada; algunas veces es mas difícil de refinar que la primera.

Los minerales de hierro, tratados por la hulla depurada, dan constantemente fundicion gris; tal es la de Inglaterra.

La fundicion gris enfriada repentinamente y como templada, toma, como acabamos de decir, el aspecto y la dureza de la fundicion blanca; hay entre estas dos cualidades de fundicion, un gran número de modificaciones intermedias.

La fundicion se emplea muchas veces bajo este estado en los usos de la vida. La gran facilidad con que se licua y modela, la hace propia para la fabricacion de un gran número de utensilios. Frecuentemente antes de modelarla, se la refina fundiéndola de nuevo en hornos de reverbero. Los moldes en que se echa se hacen de arena fina arcillosa, susceptible de conservar por un fuerte batido las formas mas delicadas. Pero la fragilidad de la fundicion, y sobre todo su dureza, son un obstáculo á que se emplee en objetos de adorno, que exigen ser concluidos con esmero. Las formas que presenta al salir del molde, son siempre embotadas, obtusas, y necesitarian en muchos casos ser reparadas á cincel. Es preciso, para esto, ablandar al menos la superficie de la fundicion. Reaumur ha llegado á este resultado, ya haciendo calentar fuertemente la fundicion en medio de un cemento de polvo de huesos y de carbon, ya cubriéndole con una capa de carburo de hierro, ya, finalmente, fundiendo el hierro gris en medio del polvo de carbon, y echándole en moldes enrojecidos que no se enfrien sino muy lentamente. La fundicion así recocida, puede ser limada y cincelada. Entonces se pueden hacer de ella obras que no se harian de hierro forjado sino con gastos considerables.

El hierro fundido no es mas que un paso del mineral de hierro al hierro metálico; para adquirir todas las propiedades de este metal, exige ser privado del carbono y del oxígeno que estan combinados con el hierro. Se llama *refinacion* á la operacion de reducir el hierro fundido al estado de hierro puro. Varios procedimientos se siguen para llegar á este resultado. Daremos á conocer los principales empezando por el que mas se usa.

La *forja* ú horno de refinacion ordinario, se parece á primera vista á las fraguas de los cerrajeros. Se compone de un suelo elevado sobre el del taller, de una chimenea en forma de cuévano que le cubre, de una especie de camisa ó guarda fuego de ladrillo que baja oblicuamente desde el tubo de la chimenea hácia uno de los piés derechos que la sostienen; esta pared debe proteger á los obreros contra la accion demasiado ardiente del fuego.

Una cavidad cuadrada guarnecida de planchas de hierro muy gruesas, se halla practicada en el suelo elevado del horno. Está destinada á servir de crisol ó mas bien á contener la especie de crisol de brasca que se debe formar en ella; grandes fuelles dirigen su viento hácia esta cavidad.

Cuando se dispone refinar la fundicion, se empieza por formar el crisol propiamente dicho. Se llena la cavidad cuadrada que acaba de describirse con polvo de carbon bien batido que se llama *brasca ligera*; un trabajador forma una cavidad hemisférica en esta masa de polvo de carbon, y coloca en ella los pedazos de hierro fundido que se han de refinar; rodea el todo de carbones de leña encendidos, y el fuego es elevado muy pronto á un alto grado de intensidad por el viento de los fuelles.

No tarda el hierro en entrar en fusion; se le mantiene algun tiempo en este estado cuidando de dirigir el viento de los fuelles sobre su superficie; un trabajador separa ademas las escorias que quitan á la superficie el contacto del aire; el objeto de esta práctica es hacer quemar por el aire exterior, y por el de los fuelles el carbono contenido en la fundicion; y para acelerar esta combustion, el obrero agita continuamente el hierro fundido con una barra de hierro. A medida que el carbon es quemado por el oxígeno del óxido de hierro y por el de la atmósfera, el hierro pasa al estado metálico y se hace menos fusible; en el baño de la fundicion se forman grumos de hierro metálico que el obrero procura reunir en una sola masa. Esta masa porosa lleva el nombre de *bola* ó masa. Cuando es de un tamaño conveniente, el obrero la saca fuera del crisol y la echa sobre una plancha de hierro fundido que hay en el suelo del taller. Entonces varios trabajadores la golpean con grandes martillos, hacen salir la escoria abundante que mantenia separadas sus partes, y la dan una forma casi esférica; entonces se la lleva bajo el martinete para empezar á forjarla.

El martinete es un gran martillo de hierro dulce, que pesa 450 quilógramos próximamente; está sujeto al extremo de una larga viga y puesto en movimiento por una máquina de agua ó de vapor. Golpea con gran fuerza y con una velocidad variable á voluntad del obrero, sobre un fuerte yunque enterrado en parte en la tierra, y sostenido por un poste de madera muy sólido. Este yunque es de la misma naturaleza que el martillo y poco mas ó menos de la misma forma.

La bola, forjada bajo el martinete y vuelta continuamente por el trabajador encargado de esta operacion, toma la forma de un prisma corto de ocho planos, cuatro anchos y cuatro estrechos, y toma el nombre de *pieza*. Se vuelve á llevar la pieza al fuego y se la mantiene bajo el aire de los fuelles por medio de fuertes tenazas. Cuando está bastante caliente, se la vuelve á colocar bajo el martinete y se golpea en su parte media. Entonces se alarga y adelgaza en esta parte conservando una masa en cada una de sus extremidades.

En este estado se la vuelve á llevar al fuego y se la forja de manera que una de sus extremidades desapa-

rezca; entonces forma una ancha tira de hierro terminada en una masa por una sola de sus extremidades.

Por último, se la hace sufrir el fuego por cuarta vez y se la vuelve á colocar bajo el martinete; la masa que quedaba desaparece; la tira ó barra de hierro está forjada y puede entregarse al cerrajero ó al herrero.

Tal es el procedimiento general de la refinacion del hierro fundido ó de la preparacion del hierro. Si no es el mejor, es el que mas se sigue en muchos paises. Debemos dar á conocer los diferentes métodos que se diferencian de él y las mejoras que se han introducido.

Hay en los Pirineos ciertos minerales de hierro espático mezclados con hierro hematites que son bastante ricos y bastante fáciles de fundir para dar inmediatamente hierro en horno de refinacion, sin que sea necesario hacerles pasar por la operacion del alto horno. Se llama *método catalan* esta manera de tratar los minerales de hierro. La forja catalana está hecha como los demás aparatos de refinacion; pero en lugar de poner el hierro fundido en el crisol, se coloca en el mineral, se funde en el crisol mismo y se sacan al cabo de cierto tiempo bolas de hierro que se extienden en barras por una serie de operaciones semejantes á las que acabamos de describir. Este método que no puede aplicarse sino á ciertos minerales de hierro infusibles y que conviene quizá exclusivamente al hierro espático de facetas pequeñas, tiene la ventaja de ser mucho mas económico que el del alto horno, exigir un adelanto de fondos mucho menor, y no estar expuesto á tan grandes pérdidas.

En el país en donde la leña es muy rara como en Inglaterra, se ha tratado de refinar el hierro con la hulla depurada; parece que se ha conseguido emplear este combustible de una manera satisfactoria á pesar de las dificultades que hay que vencer.

Los procedimientos son muy diferentes de los que hemos descrito, y se debe su invencion á los ingleses Cort y Purnell. Se hace primero sufrir al hierro fundido una nueva fusion en los refinos ordinarios calentados con hulla depurada; allí experimenta un principio de refinacion y pasa al estado de fundicion blanca. Esta fundicion reducida á masas pequeñas, se coloca sobre el altar de un horno de reverbero calentado con hulla natural; se funde y hierve, y cuando se halla en perfecta fusion, se observan en su superficie llamas azules debidas á la combustion del carbono. Comunmente se echa arena y pedazos de hulla sobre este baño de fundicion para facilitar la formacion de las escorias; se menea entonces la fundicion con una barra de hierro, y se reune en tres ó siete bolas el hierro que se reduce. Estas bolas se colocan bajo un martinete que pesa 500 ó 600 quilógramos y se baten. En otras ferrerías se hace esta primera depuracion del hierro pasando las bolas entre cilindros acanalados que hacen salir las escorias que contienen. Las canales van disminuyendo en profundidad, y se pasa la bola por cada canal sucesivamente empezando por la mayor y acabando por la menor. Las bolas, asi batidas, se vuelven á llevar á un horno de reverbero mayor que el primero; y cuando estan rojas, se las pasa de nuevo entre dos cilindros acanalados que les dan la forma de barras aplastadas.

Se cortan despues en muchas barras ó varillas en un taller particular destinado á esta operacion. Para hacerlo con mas prontitud y economía, se enrojecen estas tiras y se las pasa primero entre los cilindros de un laminador, que las adelgaza y aplana; despues se las hace volver á pasar entre otros cilindros armados de cuchillas que engranan unas en otras y que dividen la barra de hierro en tantas varillas como cuchillas hay en los cilindros.

El hierro se conoce en las artes bajo tres estados; en el de fundicion que acabamos de describir; en el de hierro maleable y puro, y en el de *acero*. Este tercero es, por decirlo asi, intermediario entre el estado de fundicion y el de hierro.

El acero es una combinacion de hierro y de carbono; difiere, pues, de la fundicion, por la ausencia del oxígeno y del hierro, por la presencia del carbono. Asi se puede transformer la fundicion en acero, privándola del oxígeno que contiene, y reducir el hierro la estado de acero, combinándole con carbono. Resultan de estos principios dos métodos de fabricar el acero.

Por el primero se quita solamente el oxígeno á la fundicion, y se obtiene lo que se llama *acero natural.*

Por el segundo se da carbono al hierro y se forma el acero llamado de *cementacion.*

1. Los mejores minerales para hacer el *acero natural* ó de *fundicion*, llamado tambien *acero de Alemania*, son el hierro oxidado hematite, y sobre todo el hierro espático. Se cree haber observado que la presencia del manganeso favorece la formacion del acero Los procedimientos para obtener el hierro en este estado difieren muy poco de los que se siguen para obtener el hierro puro: basta muchas veces comunicar menos aire y variar la inclinacion de la tobera de los fuelles. La fundicion que se usa debe ser gris; la blanca no le daria ó seria necesario reducir esta fundicion que contiene poco carbon al estado de fundicion gris aumentando en el horno la cantidad de carbon. La fundicion demasiado negra daria acero malo y muy quebradizo; es pues preciso cuando se trata de semejante fundicion, quitarla su exceso de carbono echando en el crisol hierro viejo. En la fabricacion del hierro el viento de los fuelles cae sobre el baño de fundicion y sirve en parte para quemar el carbon que contiene; en la del acero, el aire se dirige horizontalmente, de modo que no hay mas carbono destruido que el quemado por el oxígeno de la fundicion. Tambien se tiene cuidado de dejar el baño de fundicion cubierto por las escorias, que le protegen del contacto del aire y dejarle por mucho tiempo en reposo antes de reunir las moléculas metálicas que se separan. Por este medio queda siempre una gran cantidad de carbono combinado con el hierro, lo cual constituye el acero.

Cuando se hace el acero natural se sacan casi siempre de la forja hácia el fin de la operacion una ó mas bolas de hierro; pero este hierro es un poco duro y conviene para los instrumentos de labranza.

El acero natural tiene el defecto de ser rara vez homogéneo; contiene pajas y sobre todo partes que se aproximan mas ó menos al estado de hierro. Se corrige en gran parte este defecto, reuniendo varias barras en paquetes; se sueldan y se forjan juntas por medio de una calda fuerte; y se saca de estas diferentes piezas una sola barra, que se dobla varias veces sobre sí misma soldándola y forjándola de nuevo. El acero que se obtiene por este medio es mucho mas homogéneo y se usa principalmente para hacer hoces.

2. El objeto de la fabricacion del acero de cementacion es introducir en hierro hecho ya y de calidad conocida, una cantidad de carbono necesaria para reducirle al estado de acero. Para conseguir este objeto se ponen barras de hierro en cajas de tierra refractaria que estan llenas de polvo de carbon de cimento; este es un polvo compuesto de materias propias para dar carbon por su descomposicion. El todo está cubierto de una capa de arena húmeda y bien batida que impide al carbon arder. Estas cajas se exponen en un horno de reverbero de una estructura particular, á un calor muy fuerte y continuado por largo tiempo. Los poros del hierro se separan considerablemente y el carbon casi fundido por el calórico se introduce en el hierro y le convierte en acero.

Las barras que salen de la caja de cementacion tienen una superficie abultada; su testura es laminosa y hay necesidad de calentarle y forjarle de nuevo antes de introducirle en el comercio.

El hierro al pasar al estado de acero por cementacion aumenta una centésima parte de volúmen y desde $^1/_{183}$ á $^1/_{140}$ en peso.

c. Se conoce en las artes una tercera clase de acero que se llama acero fundido. Efectivamente es acero, que ha sido realmente fundido al abrigo del contacto del aire; hay muchas maneras de hacerle. El método ordinario consiste en poner en un crisol recortaduras ó pedazos de acero natural y de acero de cementacion Se añade un fundente de que se ha hecho por mucho tiempo un misterio, pero que es simplemente un fundente vítreo que no debe contener arsénico ni plomo. Por este medio se funde el acero al abrigo del contacto del aire; se echa en rieleras, y se forja con precaucion.

Tambien se ha hecho acero fundido descomponiendo el ácido carbónico del carbonato de cal por medio del hierro. Se ponen en un crisol y capa por capa, pedazos pequeños de hierro, y una mezcla de carbonato de cal y de arcilla. Es preciso que haya bastante de estas dos tierras para que la superficie del hierro se halle enteramente cubierta por el vidrio despues de la fusion. Se obtiene un acero fundido que se deja trabajar fácilmente en la forja. Se ha observado que si se deja el acero fundido demasiado tiempo bajo el vidrio en fusion, este acero se vuelve duro y difícil de forjar; se atribuye la fragilidad que adquiere á una combinacion del vidrio con el acero.

Es sabido que la dureza unida á cierta tenacidad, son las cualidades que se buscan en el acero. El que sale del fuego no tiene todavía el grado de dureza de que es susceptible, y debe adquirirle por la operacion que se llama el *temple*. El principio de esta operacion tan singular como sencilla, es enfriar el acero de repente; cuanto mas pronto y fuerte es el enfriamiento mas dureza adquiere el acero. Asi el temple en el mercurio frio, es el que da mas dureza al acero; pero como entonces pierde casi toda su maleabilidad, apenas se hace uso de él. El temple ordinario se hace en el agua. Algunas veces se añaden diferentes ingredientes á este líquido; pero carecen de utilidad sino contribuyen á hacer el agua mas fria.

El acero necesita tener diferentes grados de dureza segun los usos á que se destina, Para dárselos con alguna exactitud se empieza por templarle muy duro; en seguida se le quitan los grados de dureza que tuviera de sobra recociéndole, es decir, calentándole de nuevo. Cuanto mas se calienta, mas dureza pierde; se juzga poco mas ó menos de los grados de disminucion de esta cualidad por los colores que adquiere en la recoccion ó por la manera como se descomponen las grasas en que se calienta. Asi suponiendo acero muy duro, el primer grado de recoccion, el que es á propósito para navajas de afeitar, cortaplumas y cinceles, le da color de paja, y el sebo en que se calienta debe solamente humear. El segundo grado propio para cuchillos, tijeras, etc., le da un color pardo; el humo del sebo es mas abundante y un poco coloreado. En el tercer grado, que es el de los muelles de reloj, el acero se vuelve azul y el sebo está tan caliente, que se enciende al contacto de un cuerpo inflamado. El último grado de recoccion es aquel en que el acero ha sido calentado hasta el punto de parecer de color rojo sombrío en la oscuridad; esta es la recoccion que se da á los muelles de los carruajes.

Cuando se calienta el acero para templarle, se oxida algunas veces en su superficie, lo cual quita á la punta de ciertos instrumentos, tales como los cinceles, el grado de finura que necesitan. Para evitar este inconveniente es preciso calentar el acero al abrigo del contacto del aire; lo cual se consigue fácilmente teniéndole en plomo fundido y calentado hasta el rojo.

El hierro bueno tiene el grano homogéneo y poco grueso; se deja forjar en caliente sin resquebrajarse y doblar en frio sin romperse. Por puro que parezca siempre contiene un poco de carbono y de oxígeno.

Las dos malas clases de hierro, son las que se llaman hierro quebradizo en caliente, y hierro quebradizo en frio.

El primero se llama tambien hierro de color. Tiene el defecto de romperse si se le forja cuando está solamente en el rojo cereza; pero se puede evitar este inconveniente que muchas veces le hace inútil, forjándole cuando está en el rojo blanco y cesando cuando se vuelve rojo pardo. Se cree que el hierro dé esta mala calidad al arsénico ú otros metales que contiene mas fusibles que él. Estos metales fundidos por el calor antes de que el hierro esté bastante blando para que sus moléculas puedan aproximarse por el forjado, establecen en la masa del hierro soluciones de continuidad que le quitan su tenacidad.

El hierro quebradizo en frio tiene la testura de granos gruesos y brillantes. Debe el defecto, ó á un exceso de carbono y en este caso se le puede desembarazar de él por una nueva refinacion, ó al fosfuro de hierro. El hierro producido por los minerales llamados hierro limonoso, está sujeto á este defecto. Se cree que el ácido fosfórico procede de los animales descompuestos, cuyos despojos contiene este mineral de hierro. Se puede mejorar este hierro por medio de la cal, ya sea añadiendo mayor cantidad de castina cuando se funde en el alto horno, ya añadiendo cal en la refinacion misma; entonces se templa este hierro en cal desleida en agua, ó se le espolvorea con creta, teniendo cuidado de forjarle y batirle muchas veces á un gran calor, y cuando está cubierto de este barniz calizo. El mismo resultado se obtiene echando en la refinacion ó en las bolas que resultan un polvo compuesto de piedra caliza, de potasa, de sal marina y de alumbre.

El hierro tiene la propiedad de soldarse consigo mismo sin intermedio con solo darle un calor suficiente; pero cuando se trata de soldar objetos delicados que semejante calor desfiguraria, se usa el cobre como intermedio. En todos casos es útil cubrir las partes que se quieren soldar con una arcilla arenosa é infusible que defiende estas partes de la oxidacion y que sea arrojada fácilmente en forma de escoria por la presion del martillo.

El acero se distingue del hierro por varios caracteres. Su grano es mas fino y el buen acero debe tenerle muy homogéneo. Adquiere por el temple una gran dureza. El ácido nítrico dilatado en agua y vertido sobre él, le produce una mancha negra debida al carbon que se separa mientras que no produce mancha alguna en el hierro. Finalmente, el hierro colocado verticalmente adquiere en seguida polos magnéticos, mientras que el acero no presenta el mismo fenómeno si no está imantado. El mejor acero es el que reune á una gran dureza bastante tenacidad para no quebrarse fácilmente. Las tres clases de acero de que se ha hablado, tienen cualidades diferentes.

El *acero natural* es menos homogéneo que los otros, no es susceptible de tan buen pulimento, ni de tan grande dureza, pero se forja y se suelda fácilmente y tiene muy grande tenacidad.

El *acero de cementacion* es mas duro, mas homogéneo y se suelda menos fácilmente; pero entra, sin embargo, en la composicion de las mezclas de hierro y de acero que se llaman *soldaduras*. El objeto que se trata de conseguir soldando juntas algunas láminas de acero y varias de hierro, es obtener un todo que reuna á la tenacidad y á la flexibilidad del hierro, la dureza y elasticidad del acero. Asi es como se hacen las hojas de espadas, de sables, floretes, cuchillos, etc.

Finalmente, el *acero fundido* que posee una gran homogeneidad y dureza, es susceptible de un puli-

mento muy brillante; pero se forja mas difícilmente que los otros, y solo con gran dificultad se consigue soldarle consigo mismo ó con el hierro. Para remediar este inconveniente, Wilde coloca una lámina de hierro que ha recibido una calda fuerte en el centro del molde; echa en seguida el acero que cubre la lámina; el acero puede entonces ser forjado y recibir toda especie de formas.

Cuando el acero es demasiado duro para el uso á que se le destina, y cuando esta dureza no procede del temple, sino de la demasiada cantidad de carbono que contiene, se hace su superficie mas blanda y por consiguiente mas fácil de trabajar, cementándole con óxido rojo de hierro, ó con el óxido de manganeso que quema el exceso de carburo que contiene.

Reuniendo láminas delgadas de acero de diferentes cualidades, ó láminas de hierro y de acero, y soldándolas juntas con precaucion, se obtienen *soldaduras* que presentan ondulaciones ó aun dibujos regulares. Para obtener estos últimos, se reunen estas láminas siguiendo ciertas reglas, y se las hace en seguida experimentar una torsion, que se calcula, para producir las figuras que se quieran hacer. Se llaman vulgarmente damasquinas las hojas de sables que presentan estas clases de dibujos, porque este procedimiento ha estado en uso en Damasco antes del siglo XIV; se ha perdido despues y ha sido transportado á Persia.

El hierro, la fundicion, y el acero, tienen usos tan extensos y tan variados, que nos separariamos mucho del objeto que nos hemos propuesto tratar, si quisiéramos siquiera presentar un cuadro de ellos. Los pasaremos, pues, casi enteramente en silencio.

Aunque los minerales de hierro esten mucho mas extendidos y sean mucho mas abundantes que los de ningun otro metal, la dificultad que se encuentra en tratarles, el fuego violento que es preciso hacerles experimentar, la serie de operaciones difíciles á que es necesario someterlos para sacar de ellos hierro, han debido necesariamente retardar el conocimiento y uso de este metal. Asi los monumentos y los libros mas antiguos, tales como las *Obras de Homero*, el *Deuteronomio*, los *Mármoles de Oxford*, etc. concurren todos á probar que el cobre se ha usado mucho tiempo antes que el hierro. Se observa que la mayor parte de las armas verdaderamente antiguas, y que las inscripciones de las estátuas y de los edificios muy antiguos son casi siempre de cobre. Se cree que el hierro no ha empezado á estar en uso hasta cerca del año 1500 antes de Jesucristo. Muchos pueblos ignoran aun el arte de extraerle de sus minerales.

Los óxidos de hierro y las sales que tienen este metal por base, ofrecen á las artes de la pintura y de la tintorería, casi todos los colores primitivos, el negro, azul, verde, los diferentes amarillos, el rojo, rosa, etc. Estas mismas preparaciones dan tambien á la medicina remedios activos, que son generalmente astringentes ó tónicos.

En algunos paises y notablemente en el departamento del Aisne, en Francia, se calcinan las tierras negras que contienen sulfuros de hierro, y se emplea la tierra rojiza que resulta, para abonar los prados artificiales.

En Suecia se amasan en forma de ladrillos las escorias de los altos hornos. Se recuecen estos ladrillos de vidrio, pero es preciso que las escorias sean compactas grises, de fractura laminar. Los minerales de hierro que se funden casi sin castina, son los que dan mejores ladrillos. Se vuelven tan refractarios que se pueden usar en la construccion de las camisas de los hornos.

GEOLOGIA.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS DIFERENTES CLASES DE ROCAS.

La geología, ciencia cuyo nombre se deriva de las voces griegas γῆ *ge* (tierra) y λογος *logos* (discurso), tiene por objetos principales el examinar la naturaleza de las materias que componen la tierra y la manera con que dichas materias estan dispuestas. Antes de haber adquirido alguna experiencia, se podria suponer investigaciones de esta naturaleza que pertenecian exclusivamente al reino mineral y á las diferentes rocas, suelos y metales que se encuentran en la superficie de la tierra ó á diferentes profundidades; pero prosiguiendo la investigacion, se llega á examinar los cambios sucesivos que se han verificado en el estado primitivo del globo, y estudiar las causas que han producido estos cambios; y lo que es aun mas singular é inesperado se siente uno pronto arrastrado á hojear la historia de la creacion animada y de las diversas tribus de animales y plantas que en diferentes épocas han habitado nuestro planeta.

Nadie ignora que las partes sólidas de la tierra consisten en sustancías distintas tales como arcilla, creta, arena caliza, carbon, esquisto, granito etc.; pero antes de haber observado, se cree comunmente que todas estas sustancias han existido desde el principio tales como las vemos hoy, y que han sido creadas bajo su forma presente y en la posicion que ocupan en la actualidad. La geología obtiene muy pronto una conclusion diferente desde que descubre que las partes exteriores de la tierra han adquirido por grados su configuracion y su condicion bajo el imperio de una gran variedad de circunstancias y en épocas sucesivas durante las cuales razas distintas de seres animados han vivido sobre la tierra y en las aguas para dejar en seguida sus despojos en el seno de la costra terrestre.

Se entiende por costra terrestre la pequeña porcion del exterior de nuestro planeta que es accesible á la observacion del hombre y sobre la cual podemos razonar por el exámen de su superficie ó de los puntos inmediatos á ella. Nuestros razonamientos pueden extenderse hasta la profundidad de algunos kilómetros quince ó diez y seis tal vez, espesor que apenas llega á $^{1}/_{400}$ de la distancia de la superficie al centro; pero aun cuando este espesor sea insignificante si se le compara con el diámetro entero del globo, es considerable aun relativamente al hombre y á los seres organizados que pueblan la tierra. El geólogo pues se halla al mismo tiempo en el caso de admirar los vastos límites de su dominio y reconocer que no solo el exterior del planeta, sino la totalidad de su masa, no es mas que un átomo en medio de los innumerables mundos que el astrónomo contempla.

Las materias que componen la costra terrestre no se hallan mezcladas confusamente; forman masas minerales distintas, denominadas rocas que ocupan espacios inmensos y presentan cierto órden en su disposicion. La denominacion de rocas se aplica indiferentemente á todas estas masas minerales, ya sean blandas, ya petrosas; la arena y la arcilla se comprenden bajo esta denominacion que á veces se ha aplicado hasta á la turba. Los escritores antiguos se han esforzado en evitar un término que ofrecia tal infraccion del idioma, y han dicho hablando de las materias que componen la tierra, que consisten en rocas y en suelos. Pero hay á veces una transicion tan insensible del estado blando é incoherente al estado pétreo, que los geólogos de todos los paises han juzgado indispensable designar estos dos estados con una misma palabra. En español se usa la palabra *roca*; en francés *roche*; en italiano *rocca*, y en aleman *felsart*. El principiante deberá pues constantemente recordar, que la palabra roca no expresa necesariamente una masa mineral que presenta la condicion de materia dura, es decir, petrosa.

El medio mas natural y mas conveniente de clasificar las diferentes rocas que componen la costra terrestre, es referirse primero á su orígen, y despues á su edad relativa. Empezamos, pues, por explicar brevemente como se pueden dividir las rocas en cuatro grandes clases segun su orígen y las causas que las han producido. Las dos primeras divisiones que parecerán desde luego las mas naturales, comprenden las rocas acuosas y las rocas volcánicas; es decir, los productos de la accion acuosa y los de la accion ígnea obrando en la superficie ó muy cerca de la superficie.

Rocas acuosas. Las rocas acuosas llamadas algunas veces sedimentarias ó fosilíferas, cubren una porcion mayor de la superficie de la tierra que todas las demás. Se hallan estratificadas, es decir, divididas en fajas distintas ó estratos; la palabra *stratum* (estrato ó capa), significa simplemente un lecho de cualquier clase de materia extendido sobre una superficie dada. Se admite, que las capas han sido generalmente producidas por la accion de las aguas segun lo que se ve diariamente suceder á nuestra vista cerca de la embocadura de los rios, ó sobre los continentes durante las inundaciones temporales; todas las veces que una corriente de agua cargada de lodo ó de arena se encuentra detenida en su curso, por ejemplo, cuando entra en un lago ó en el mar, ó bien cuando se extiende en una llanura, el sedimento que se hallaba retenido en suspension por el movimiento del agua, cae al fondo por efecto de su propio peso, y se depositan lechos de fango y de arena unos sobre otros.

Cuando se deseca un lago que ha estado alimentado por un pequeño arroyo, se encuentra frecuentemente en el fondo una serie de depósitos dispuestos con notable regularidad unos debajo de otros. El superior será quizá una capa de turba; debajo se encontrará una variedad mas densa y mas sólida de la misma sustancia; mas abajo, todavía un lecho de marga con conchillas alternando con arena ó turba; despues, otros lechos de marga separados por capas de arcilla. Si se abre su segundo pozo á alguna distancia del primero y al través de la misma formacion lacrustal, se observaran una serie casi idéntica de lechos con ligeras va-

riaciones; algunas de las listas de arena, arcilla ó marga faltaran; una ó varias de estas listas se habran adelgazado para dejar lugar á otras; ó bien algunas veces una de las masas habrá tomado un gran desarrollo en espesor excluyendo las otras.

La palabra formacion que hemos usado, expresa en geología un conjunto de rocas que tienen algunos caracteres comunes ya de orígen, ya de edad, ya de composicion. Asi decimos : formaciones estratificadas y formaciones no estratificadas; formaciones marinas ó de agua dulce; acuosas ó volcánicas; antiguas ó modernas; metalíferas ó no metalíferas.

En los estuarios delos rios muy anchos, tales como el Ganges y el Misisipi, se puede observar en las mareas bajas fenómenos análogos á los de los lagos desecados que hemos citado anteriormente; pero estos fenómenos se desarrollan entonces en una escala mayor y en una extension de algunos centenares de quilómetros en longitud y latitud. Cuando las inundaciones periódicas bajan, el rio se abre un lecho hasta una profundidad de algunos metros al través de las capas horizontales de arcilla y de arena, cuyo corte se puede estudiar despues expuesto en forma de escarpes perpendiculares. Estas capas varían en su composicion mineralógica, su color y la finura ó grueso de las partículas que las componen; algunas veces se hallan caracterizadas accidentalmente por la presencia de maderas transportadas. En la union del rio y del mar especialmente en las lagunas que estan casi separadas del Océano por barras de arena, se forman frecuentemente depósitos con conchas de agua dulce y de agua salada.

Conocidos son los desbordamientos anuales del Nilo, y los depósitos fértiles de lodo que dejan sobre las llanuras. Este lodo se estratifica, y la capa delgada que se ha formado durante un año, se diferencia ligeramente por su color de la formada en el año anterior; y aun puede separársela como se ha observado en excavaciones hechas en el Cairo y en otros puntos.

Cuando existen lechos de arena, de arcilla y de marga que contienen conchas y materias vegetales y se hallan dispuestos de una manera semejante en el interior de la tierra, se les atribuye un orígen comun y cuanto mas minuciosamente se estudian sus caracteres, mas exacta se encuentra la semejanza. Asi, á diferentes alturas y profundidades de la tierra, muchas veces á una gran distancia del mar, de los lagos ó de los rios, se encuentran bancos de piedras silíceas, calizas, graníticas etc. enteramente semejantes á los de las orillas del mar ó al guijo del lecho de un torrente. Estos bancos de cantos rodados alternan frecuentemente con otros formados de arena ó de sedimento fino como es fácil observar en el canal de un rio que baja de las montañas rodeando una ladera; en cierta estacion la corriente arrastra en su curso arena gruesa y quijo, mientras que en otra cuando las aguas han bajado y son menos rápidas, solo arrastran cieno fino y arena.

Si la disposicion estratificada y la forma redondeada de los cantos bastan por sí solas para hacernos admitir que ciertas rocas se han formado bajo el agua, esta opinion se confirma todavía por las pruebas distintas é independientes que ofrecen los fósiles esparcidos con tanta abundancia en la costra terrestre. Se llama *fósil* todo cuerpo ó indicios de la existencia del cuerpo de un animal ó de un vegetal cualquiera que ha sido sepultado en la tierra por causas naturales. Actualmente se encuentran casi por todas partes en las rocas estratificadas restos de animales, sobre todo de especies acuáticas, y estos restos son á veces tan abundantes en la caliza, que constituyen la masa entera de la roca. Los mas frecuentes son las conchas y los corales; muchas veces van acompañados de huesos y dientes de peces, de fragmentos de maderas, de impresiones de hojas y de otras sustancias orgánicas. Se encuentran á bastante distancia en las tierras conchas fósiles de la misma forma de las que hoy abundan en el mar cerca de la superficie ó á gran profundidad. Existen á todas las alturas sobre el nivel del Océano; se han observado á elevaciones de mas de 2,400 metros en los Pirineos, de 3,000 en los Alpes, de 3,900 en los Andes, y de 5,400 en el Himalaya.

Estas conchas pertenecen la mayor parte á moluscos marinos, pero como en algunos puntos presentan exclusivamente las formas características de las especies propias de los lagos y de los rios, se puede deducir que algunas de las capas han sido depositadas en las profundidades del mar, mientras que las otras se han formado en los lagos ó en los estuarios.

En la época en que se empezó á estudiar la geología se creia generalmente que estas conchas marinas y otros fósiles, que eran el resultado del diluvio de Noé; pero desde hace mucho tiempo los que han estudiado con cuidado los fenómenos, han desechado esta opinion. Se puede suponer, que una inundacion pasagera deje esparcidos tras de sí montecillos de cieno, arena y cantos confusamente mezclados con conchas; pero las capas que contienen fósiles no son exclusivamente superficiales, ni cubren simplemente la tierra, sino que por el contrario constituyen masas enteras de montañas.

Los fósiles no se encuentran en ellas diseminados confusamente sin relacion alguna con los hábitos originales y la naturaleza de los seres que representan: por ejemplo, no se encuentran reunidos los que han vivido en las aguas profundas y los que han vivido en aguas de poco fondo; las especies de costa y las que vivian muy lejos de las orillas, las que preferian las aguas salobres y las que buscaban las aguas saladas.

Algunos escritores modernos, que saben que los cuerpos fósiles no pueden ser referidos todos al diluvio, han pensado que estos cuerpos, lo mismo que las capas, en que estan contenidos, podian haber sido depositados en el lecho del Océano, durante el período transcurrido entre la creacion del hombre y el diluvio. Han pensado que el lecho antediluviano del Océano, despues de haber sido el receptáculo de muchos depósitos estratificados, se habrian convertido en la época del diluvio en el continente que habitamos, y que los antiguos continentes han sido sumergidos y transformados en lo que constituye el lecho actual de los mares. Esta hipótesis aunque sea preferible á la teoría diluviana, puesto que admite que todas las capas fosilíferas han sido sucesivamente depositadas por las aguas, es anteramente insuficiente para explicar las revoluciones continuadas que la tierra ha experimentado; tampoco basta para dar cuenta de las indicaciones que en la mayor parte de los paises, nos demuestran los continentes actuales elevados del Océas no desde hace mas de cuatro mil años. Daremos ma adelante las pruebas convincentes de estas revoluciones repetidas, y se verá que diferentes grupos de capas sedimentarias de algunos centenares y aun millares de metros de espesor, han sido amontonadas unas sobre otras sobre la costra terrestre, conteniendo cada una de ellas animales y plantas fósiles de especies que se pueden distinguir en su mayor parte de los que existen hoy.

Algunas de estas capas se componen casi enteramente de corales, otras contienen conchas, otras plantas transformadas en carbon, y otras en fin, se hallan completamente desprovistas de fósiles. En una serie de capas, las especies fósiles son por ejemplo marinas, y en otra colocada inmediatamente encima ó debajo de esta, las especies prueban claramente que el depósito se ha formado en un lago ó en un estuario de agua salubre. Cuando se hayan examinado atentamente estos hechos se tendrá el convencimiento de que el tiempo necesario para la formacion de las rocas

que componen los continentes actuales, debe haber sido mucho mas largo, que el que le concede la teoría de que hemos hablado; del mismo modo se comprenderá que ninguna hipótesis de transformacion universal ó repentina del mar en continente, puede explicar los fenómenos geológicos.

Esta gran clase de rocas por mas variables que ellas sean en su composicion mineral, su color, su testura y sus demás caracteres tanto exteriores como interiores puede referirse á un solo é idéntico orígen. Todas han sido formadas bajo el agua de la misma manera que las acumulaciones de arena, de lodo, de piedras, de bancos, de conchas, de corales y de otras materias que se forman aun en nuestros dias, y todas estan caracterizadas por la estratificacion, ó por fósiles, y á veces por ambas cosas á un mismo tiempo.

Rocas volcánicas. La division de las rocas que debemos examinar en seguida, es la de las rocas volcánicas; es decir: que han sido producidas cerca de la superficie ó en la superficie de la tierra, ya sea en épocas remotas, ya en los tiempos modernos por la accion del fuego, ó del calor subterráneo. Estas rocas en su mayor parte no estratificadas se hallan desprovistas de fósiles: estan mas limitadas que las formaciones acuosas, por lo menos en cuanto á su extension horizontal. En el número de las comarcas de Europa, en donde presentan caracteres nada dudosos, se deben citar, no solo la Sicilia y el país que rodea á Nápoles, sino tambien la Auvernia, el Velay, y el Vivarés, en el centro y hácia el Sur de Francia. En estas últimas regiones, se cuentan algunos centenares de montecillos cónicos que tienen la forma de los volcanes modernos, y muchas veces presentan en su cumbre cráteres mas ó menos perfectos. Estas montañitas ó conos se componen de lava, de arena y de cenizas semejantes á las de los volcanes en actividad. Corrientes de lava han dejado á veces huellas muy visibles desde el vértice de los conos hasta la parte inferior de los valles inmediatos, donde han obstruido los antiguos canales de los rios por medio de rocas sólidas de la misma manera que ciertas corrientes de lava lo hacen aun hoy dia en Islandia; en estos casos los rios se han abierto un paso angosto por debajo de la lava ó á los lados. Aunque estos volcanes no hayan dado señal alguna de actividad en todas las épocas históricas, sus formas no son menos perfectas.

Algunos, sin embargo, parecen verdaderos esqueletos de volcanes; las lluvias y los torrentes han desgastado sus costados arrastrando la arena y las escorias, y no han dejado en su sitio mas que las materias mas duras y mas sólidas. Por efecto de este desgaste y de los temblores de tierra que han puesto en descubierto su estructura interna, se observan no solamente lechos sucesivos y masas de lava porosa, de arena y de escorias, sino tambien muros perpendiculares ó *dykes* que es como se les llama, y rocas volcánicas que han penetrado al través de las otras rocas. Se observan dykes semejantes, en el Vesuvio, en el Etna y en otros volcanes que se hallan actualmente en actividad. Se han formado por la penetracion de la materia impelida hácia abajo ó hácia arriba en las hendiduras abiertas; atraviesan ordinariamente depósitos de *toba volcánica*, sustancia producida por una especie de lluvia de cenizas y de arena, lanzada del interior de la tierra por la explosion de los gases volcánicos.

En Inglaterra, Escocia, Irlanda y casi en todos los paises de Europa, se citan igualmente otras rocas, á las cuales se atribuye un orígen ígneo aun cuando no formen montecillos con conos y cráteres. Asi no es dudoso que la roca de Staffa y la de la calzada de los Gigantes, llamada Basalto, sea volcánica porque se parece en su estructura y su composicion mineralógica á las corrientes de lava, que han salido de los cráteres de los volcanes. Existen tambien en diferentes partes de las islas de Inglaterra, rocas basálticas é ígneas semejantes asociadas á lechos de *toba* y que forman dykes semejantes á los que ya hemos citado. La mayor parte de las capas que han atravesado estos dykes se encuentran alteradas en el punto de contacto como si hubieran sido expuestas al calor de una materia fundida. La ausencia de conos de cráteres y de corrientes de lavas superficiales en Inglaterra, y en otros varios paises, debe atribuirse á que las erupciones han sido submarinas; en ellas ha sucedido lo mismo que en un gran número de volcanes que surgen en nuestros dias en el fondo del mar. Pero esta materia, la tratamos mas extensamente en los capítulos, sobre las rocas ígneas, en los cuales demostraremos que si diferentes formaciones sedimentarias que contienen cada una sus fósiles característicos han sido depositadas en períodos sucesivos, del mismo modo la arena y las escorias volcánicas han sido lanzadas del interior de la tierra, y las lavas se han esparcido en su superficie ó sobre el lecho del mar, ó bien han inyectado hendiduras en épocas igualmente muy diferentes; de tal manera, que las rocas ígneas asi como las acuosas pueden ser clasificadas por series cronológicas, en momentos destinados á dar mucha luz acerca de la sucesion de acontecimientos relativos á la historia de la tierra.

Rocas plutónicas. (*Granito*, etc.) Hemos establecido la existencia de dos órdenes distintos de masas minerales : las masas acuosas y las masas volcánicas; pero si examinamos una porcion considerable de continente y sobre todo si esta porcion contiene una cordillera de montañas elevadas, no tardaremos en descubrir otros dos grupos de rocas muy distintas de todas las que hemos descrito y que no podriamos asimilar ni á los depósitos que se acumulan hoy en los lagos y en los mares, ni á los que deben su orígen á una accion volcánica. Los diferentes miembros de estas dos divisiones de rocas, se parecen en que son cristalinos en alto grado y se hallan desprovistos de restos orgánicos. Se ha dado el nombre de *plutónicas* á las rocas de la division que comprende los granitos y ciertos pórfidos, rocas que en algunos de sus caracteres, se acercan mucho á las formaciones volcánicas. Los miembros de la otra division son estratificados y frecuentemente esquistosos y han sido llamados por algunos autores *esquistos cristalinos*. En este grupo estan comprendidos el gneiss, el esquisto micáceo ó micasquisto, el esquisto anfibólico, el mármol estatuario, las especies mas finas de pizarras que se usan en los edificios, y otras rocas que seran descritas mas adelante.

Como no se puede observar hoy en lo que se forma en la superficie de la tierra, una cosa completamente análoga á estos depósitos cristalinos, se pregunta naturalmente con arreglo á qué base se deberan colocar en un sistema de clasificacion fundado en el orígen de las rocas. Para responder á esta pregunta, no se puede exponer en pocas palabras la cadena de hechos y de razonamientos, por medio de los cuales han llegado los geólogos á descubrir la analogía de las rocas en cuestion, con las que se forman hoy en la superficie de la tierra; sin embargo, procuraremos exponer brevemente la conclusion. Las diferentes especies de granito que constituyen la familia plutónica, son como se supone de origen ígneo; pero se cree que han sido formadas bajo una gran presion á una profundidad considerable en la tierra, ó algunas veces quizá bajo enormes masas de agua. Del mismo modo que la lava de los volcanes, han debido hallarse en un principio en estado de fusion, enfriarse despues muy lentamente y en condiciones muy distintas de las que produce el enfriamiento de los cuerpos al aire libre. Difieren, pues, de las rocas volcánicas, no solo por su testura mas cristalina, sino tambien por la ausencia de tobas y de brechas, productos particulares de las erupciones que se han verificado en la superficie de la tierra ó bajo los mares; pero á una

profundidad poco considerable. Se distinguen igualmente de ellos por la ausencia de poros ó cavidades celulares á que dan comunmente orígen los gases que se hallan contenidos en la lava.

Aunque el granito haya muchas veces penetrado otras capas, es raro, sin embargo, y esto si es que se ha observado alguna vez, que se encuentre en la superficie de estas capas como si hubiera sido depositado por las aguas. Pero al contrario, como este caso es constante para las rocas volcánicas, se ha llamado á estas capas subyacentes. Necker ha propuesto llamar capas subyacentes á los granitos, á fin de designar la forma contraria sobre la cual se presentan invariablemente.

ROCAS METAMÓRFICAS Ó CRISTALINAS ESTRATIFICADAS. La cuarta y última division de rocas comprende las capas cristalinas, los esquistos llamados gneiss, micasquistos, esquistos arcillosos, esquistos cloríticos, el mármol y otros, cuyo orígen es mas dudoso que el de las otras tres divisiones. Estas rocas no contienen piedras, ni arena, ni escorias, ni fragmentos angulares; no contienen tampoco indicios de cuerpos orgánicos; son comunmente tan cristalinas como el granito, y se dividen en lechos que se parecen por su forma y disposicion á los de las formaciones sedimentarias; se hallan, pues, estratificadas. Los lechos se hallan frecuentemente compuestos de sustancias que varian por su color, su composicion y su espesor, como lo observamos precisamente en los depósitos fosilíferos estratificados. Segun la teoría de Hutton que es la mas probable, y que explicaremos mas extensamente, los materiales de que se han formado primitivamente estas capas se han depositado en el agua bajo la forma ordinaria de sedimento; pero despues han sido alteradas tan profundamente por el calor subterráneo, que han adquirido una nueva testura. En ciertos casos algunas capas fosilíferas se han vuelto perfectamente cristalinas de terrosas que eran, y esto hasta una distancia de mas de 400 metros de su contacto con el granito. En otros casos, las piedras calcáreas negruzcas llenas de conchas y de corales, han sido convertidas en mármol blanco estatuario, y arcillas duras que contenian restos de vegetales, y de otros cuerpos han sido transformados en micasquistos y en esquistos anfibólicos, quedando destruidos todos los vestigios de los cuerpos orgánicos.

Aunque se ignore hasta cierto punto la naturaleza precisa de la influencia que ha producido estos cambios, no es menos evidente que existe cierta analogía entre esta influencia y la que nace del calor y de los gases volcánicos. Por esta razon se puede con fundamento llamar á esta accion plutónica porque parece haberse desarrollado en las regiones mismas donde las rocas plutónicas, han tomado orígen y en condiciones idénticas de presion y de profundidad. Se ignora si es el agua caliente, el vapor ó la electricidad, los que penetrando en las masas estratificadas han producido la testura cristalina; pero es evidente que la influencia plutónica se ha hecho sentir con frecuencia al través de las masas estratificadas.

Refiriéndose á la hipótesis anteriormente citada, se ha propuesto la palabra *metamórfico* para designar las capas alteradas, expresion derivada de μετὰ *meta* (*trans*) y μορφη *morphe* (*forma*).

Tenemos, pues, que considerar bajo el aspecto de su orígen cuatro grandes clases de rocas, acuosas, volcánicas, plutónicas, y metamórficas. En el curso de este tratado demostraremos que los diferentes miembros en cada una de estas cuatro clases, datan de varias épocas sucesivas. Todas han dado productos contemporáneos y todas asimismo se encuentran hoy en via de formacion en grande escala. No es cierto, como se ha podido suponer en otro tiempo, que todos los granitos asi como las capas cristalinas ó metamórficas, hayan sido producidas las primeras y que despues se hayan depositado sobre las anteriores las rocas acuosas y volcánicas, lo cual colocaria á estas últimas en un órden secundario de antigüedad.

Esta idea errónea fue adoptada en la infancia de la ciencia, cuando se consideraban todas las formaciones estratificadas ó no estratificadas, terrosas ó cristalinas, con fósiles ó sin ellos, como de orígen acuoso. En aquella época se suponia que el cimiento debia ser mas antiguo que la parte superior del edificio; pero posteriormente se descubrió que esta opinion no era la deduccion legítima de los hechos; porque las partes inferiores de la costra terrestre han sido con frecuencia modificadas y aun enteramente cambiadas bajo la influencia de las causas volcánicas subterráneas y otras, mientras que las formaciones superiores no han sido en manera alguna alteradas. En otros términos, las destrucciones y las renovaciones sucesivas han dado orígen á nuevas rocas debajo, mientras que las que estaban encima, ya fueran cristalinas ó fosilíferas, han permanecido en su antigua condicion. Aun en ciudades tales como Venecia y Amsterdan no podria admitirse como absolutamente cierto que las partes superiores de cada edificio construidas de ladrillos ó mármoles sean mas modernas que los cimientos sobre que reposan; porque estos consisten frecuentemente en estacas que pueden haberse podrido y haber sido reemplazadas por otras sin causar perjuicio á las construcciones que sostienen, mientras se han renovado sucesivamente los cimientos, las partes superiores de los edificios pueden no haber exigido reparacion alguna y haber estado constantemente habitadas. Lo mismo sucede con la superficie habitable del globo relativamente á las grandes masas de rocas que se hallan inmediatamente debajo; esta superficie ha podido permanecer igual durante los siglos, mientras que las materias subyacentes á grandes profundidades han podido pasar del estado sólido á un estado fluido, y despues solidificarse de nuevo y acabar por adquirir una nueva testura.

Todas las rocas cristalinas pueden hasta cierto punto considerarse como pertenecientes á una misma gran familia, ya sean estratificadas ó no, plutónicas ó metamórficas; convendrá, pues, frecuentemente designarlas á todas con un nombre comun. Pero puesto que al presente está demostrado que son de épocas diferentes y aun algunas veces mas recientes que las capas llamadas secundarias las palabras *primitivo* y *primario*, que se les daba en otro tiempo, deben ser abandonadas, porque implicarian una contradiccion manifiesta. Por consiguiente, es indispensable hallar un nombre nuevo que no tenga importancia cronológica y que siendo tan aplicable al granito como al gneiss (á las rocas plutónicas como á las *alteradas*) tenga alguna relacion con los caracteres que distinguen estas rocas de los productos volcánicos é *inalterados*. Se ha propuesto la palabra *hipogeno* derivada de ὑπό *debajo* y de γίνομαι *ser ó haber nacido*. Esta palabra significa teóricamente el granito, el gneiss, y las demás formaciones cristalinas son semejantes á las rocas de baja formacion, ó rocas que no han adquirido en la superficie de la tierra, su forma y su estructura presentes. Estas rocas ocupan el lugar mas inferior en el órden de la superposicion.

En ciertas regiones como en los Alpes, donde se pueden citar algunas masas de granito y de gneiss, de una fecha comparativamente mucho mas moderna que las otras y pertenecientes, por ejemplo, el período que describiremos mas adelante con el nombre de *terciario*, estas masas son tambien rocas *subyacentes*. Nunca reposan sobre formaciones volcánicas ó trapeanas, ni sobre capas que contengan restos orgánicos, son, pues, *hipogenas*, porque se encuentran *debajo* de todas las demás.

Por lo que acabamos de decir comprenderá el lector que se pueden estudiar cada una de las cuatro

grandes clases de rocas, bajo dos puntos de vista distintos: en primer lugar se pueden considerar simplemente como masas minerales que traen su orígen de masas particulares que tienen cierta composicion, una forma y una posicion particulares en la costra terrestre, ó poseen otros caracteres positivos y negativos, tales como la presencia ó ausencia de restos orgánicos. En segundo lugar se puede ver en las rocas de cada clase una gran serie cronológica de monumentos que atestiguan una sucesion de hechos en la historia primitiva del globo y de los seres vivientes que le han habitado.

Continuemos pues describiendo cada una de las familias de rocas: primero, bajo el aspecto de sus caracteres no cronológicos, y despues bajo el de su sucesion en las diferentes épocas en que han sido formadas.

CAPITULO II.

ROCAS ACUOSAS: SU COMPOSICION Y SUS FORMAS DE ESTRATIFICACION.

Para seguir el órden que nos hemos trazado en el capítulo anterior, empezaremos por examinar las capas acuosas ó sedimentarias que estan en su mayor parte distintamente estratificadas y contienen fósiles. Primero deberemos estudiarlas bajo el aspecto de su composicion mineral, por su apariencia exterior y su posicion, de su forma primitiva, de los depósitos orgánicos que contienen y de los demás caracteres que le son propios como formaciones acuosas; este género será independiente de su edad; despues las presentaremos cronológicamente, es decir, en sus relaciones con los períodos geológicos sucesivos en que han sido formadas.

Ya hemos dado una idea de los motivos que hacen creer que las rocas estratificadas y fosilíferas han sido primitivamente depositadas debajo del agua; pero antes de entrar en un exámen mas detallado, será bueno decir algunas palabras acerca de las materias ordinarias de que se componen estas rocas. Se pueden dividir en tres grupos; arenáceas, arcillosas y calizas; la arena, la arcilla ó el carbonato de cal, dominan en cada uno de estos grupos. Las masas arenosas se componen principalmente de granos silíceos; las masas arcillosas de una mezcla de materia silícea con cierta porcion de una cuarta parte próximamente de tierra aluminosa; finalmente, las calizas, por otro nombre piedras de cal, consisten en ácido carbónico y cal.

ROCAS ARENÁCEAS Ó SILÍCEAS. Debemos primero hablar de la division de las arenas. Se encuentran frecuentemente lechos cuyos granos son todos de sílice; la denominacion de sílice se aplica á todos los minerales puramente silíceos como el cuarzo y el pedernal comun; el cuarzo no es mas que sílice en su estado de mayor pureza; el pedernal ó piedra de chispa, contiene una mezcla de alúmina y óxido de hierro. Los granos silíceos que componen la arena estan ordinariamente redondeados como por la accion del agua corriente. El gres es una reunion de estos mismos granos unidos frecuentemente sin aumento alguno visible, pero mas comunmente por una corta cantidad de materia caliza ó silícea, de hierro ó de arcilla.

Una roca silícea pura, es fácil de reconocer en que no hace efervescencia cuando se vierte en su superficie una gota de ácido nítrico ó de ácido sulfúrico ó de otro cualquier ácido, y en que sus granos no pueden ser separados ó triturados sin cierta presion. En la naturaleza existe toda especie de gradacion entre la arena perfectamente desmenuzable y el gres mas duro. En los *gres micáceos*, la mica se encuentra en abundancia, y las pequeñas láminas plateadas que dividen este mineral, son depositadas frecuentemente en listas paralelas á los planos de estratificacion, y dan á la roca una estructura esquistosa ó laminar.

Cuando el grés está formado de granos gruesos, se llama ordinariamente *guijo* (*grit*). Si los granos son redondeados y bastante gruesos para merecer el nombre de guijarro, el gres toma el nombre de *conglomerdto ó pudinga* que puede estar formado de una ó muchas especies de rocas. Un conglomerato, no es por consiguiente mas que un casquijo unido por un cimento.

ROCAS ARCILLOSAS. La arcilla, extrictamente hablando, es una mezcla de cerca de una cuarta parte de sílice con bastante proporcion de alúmina ó tierra arcillosa; pero en el lenguaje comun, toda tierra que posee bastante ductilidad en el agua para ser modelada ó labrada por el alfarero, recibe el nombre de *arcilla*. Las arcillas varian mucho en su composicion, y no son generalmente sino el fango que procede de la descomposicion ó de la trituracion de las rocas. La arcilla mas pura que se encuentra en la naturaleza, es la que sirve para fabricar la porcelana ó *kaolin*; procede de la descomposicion de una roca compuesta de feldspato y de cuarzo; este último mineral queda siempre casi mezclado con el kaolin. El esquisto tiene como la arcilla la propiedad de hacerse plástico en el agua; condensado por la presion, tiene una consistencia mas sólida que la arcilla ó que toda materia arcillosa. Se divide ordinariamente en láminas mas ó menos regulares.

Uno de los caracteres generales de todas las rocas arcillosas, es, desprender un olor terroso particular cuando se le echa el aliento; este es un signo de la presencia de la alúmina, aunque este olor no puede ser atribuido positivamente á la alúmina pura, pero pertenece á la combinacion de esta sustancia con el óxido de hierro.

ROCAS CALIZAS. En esta division comprendemos las rocas, que como la creta, estan principalmente compuestas de cal, y de ácido carbónico. Las conchas y los corales estan igualmente formados de los mismos elementos con la adicion de materia animal. Para obtener la cal pura, es preciso calcinar las sustancias calizas, es decir, exponerlas á un calor suficiente para arrojar de ellas el ácido carbónico, y las demás materias volátiles. La creta blanca es comunmente carbonato de cal puro; esta roca aunque ordinariamente blanda y terrosa, suele ser bastante sólida para usarse en construcciones; pasa algunas veces al estado de piedra compacta; es decir, de piedra cuyas partes componentes son tan pequeñas que no se podria distinguirlas unas de otras á la simple vista.

Gran número de calizas se hallan enteramente formadas de fragmentos imperceptibles de conchas y de corales ó bien de granos calizos unidos por un cimento, podrian llamarse á las calizas de este último género *gres calizos*; pero esta denominacion conviene mas á una roca cuyos granos son en parte calizos, y en parte silíceos, ó á gres cuarzosos cimentados por carbonato de cal.

La variedad de caliza que se llama *colita*, se compone de muchos granillos ovoideos semejantes á huevos de pez; cada uno de estos granos contiene ordinariamente en su centro un fragmento de arena al rededor del cual se han acumulado capas concéntricas de materia caliza. Toda caliza bastante dura para recibir un buen pulimento se llama *mármol*. Hay un gran número de mármoles fosíferos; el mármol estatuario, que se llama tambien caliza sacaroidea, y por su estructura se parece á la del azúcar, está desprovisto de fósiles y en algunos casos ha pasado á le serie metamórfica.

La *caliza silícea*, es una mezcla íntima de carbo-

nato de cal y de sílice; y es tanto mas dura, cuanto mayor proporcion contiene de materia silícea.

Se puede reconocer la presencia del carbonato de cal en una roca vertiendo en su superficie una gota de ácido sulfúrico, nítrico ó muriático, y aun de vinagre fuerte; la cal teniendo mayor afinidad química para cada uno de estos ácidos que para el ácido carbónico, se apodera de ellos inmediatamente y forman nuevos compuestos, tales como sulfato, nitrato, ó muriato de cal. El ácido carbónico una vez separado de la cal se desprende en forma de gas y hace efervescencia formando burbujas al través del líquido. Esta efervescencia es viva ó débil segun el grado de pureza ó de mezcla de la caliza, y para expresarlo en otros términos segun la cantidad de materia extraña que se halle mezclada con el carbonato de cal. Sin este ensayo, la persona mas ejercitada no podría siempre reconocer la presencia del carbonato de cal en las rocas.

Las tres clases de rocas arriba mencionadas, silíceas, arcillosas ó calizas, pasan constantemente de una á otra, y rara vez se encuentra en un estado de separacion perfecta ó de forma pura. Por una excepcion á la regla general, se encuentra una caliza tan pura como la creta blanca ordinaria ó una arcilla tan exclusivamente aluminosa como la que se usa en Cornwall para la fabricacion de la porcelana ó arena tan completamente compuesta de granos silíceos como la arena blanca de Alum-Bay, en la isla de Wight, ó un gres tan cuarzoso como el de Fontainebleau. Por lo general se encuentra arena y arcilla, ó arcilla y marga mezcladas en la misma masa. Cuando la arena y la arcilla dominan á la vez en una roca, se llama esta mezcla *limo*. Si hay mucha materia caliza en la arcilla, se llama *marga*; pero desgraciadamente se ha usado de una manera tan vaga esta expresion, que ha llegado á veces á ser ambigua. Se ha aplicado á sustancias en que no hay cal como al limo rojo que se llama marga roja en ciertas partes de Inglaterra. Los agricultores tienen la costumbre de dar el nombre de marga á todo suelo que como la verdadera marga se hace polvo cuando se expone al aire. De aquí viene la confusion en el uso de esta palabra para designar los suelos formados de limo y fáciles de trabajar con el arado aunque desprovistos de cal.

El *esquisto margoso* es á la marga lo que el esquisto es á la arcilla; es un esquisto calizo. Abunda en ciertos paises, sobre todo en los Alpes de la Suiza; la caliza arcillosa ó margosa es igualmente muy comun.

No sabemos que existan en la composicion de las capas sedimentarias otras rocas bastante importantes para que sea necesario detenernos aquí á caracterizarlas. Debemos sin embargo evitar todavía dos; la *caliza magnesiana* ó dolomia y el yeso. La caliza magnesiana está compuesta de carbonato de cal y carbonato de magnesia; la porcion de este último elemento es en algunos casos cerca de la mitad. La caliza magnesiana hace una efervescencia mucho mas lenta y mas débil en los ácidos que la caliza ordinaria. En Inglaterra es generalmente de color amarillento, pero varia mucho en cuanto á sus caracteres mineralógicos; pasa sucesivamente del estado terroso al estado compacto adquiriendo una gran dureza. La *dolomia*, tan comun en varias partes de Alemania y Francia, es tambien una variedad de caliza magnesiana que presenta ordinariamente una testura granugienta.

YESO. El yeso es una roca compuesta de ácido sulfúrico, cal y agua. Es habitualmente blanda, de color blanco amarillento y de testura semejante á la del azúcar; pero tambien algunas veces se compone de cristales lenticulares. Es insoluble en los ácidos y no hace efervescencia con la creta ó la dolomia, porque no contiene gas ácido carbónico ó aire fijo, sino que la cal que existe en él es combinada con el ácido sulfúrico con el cual tiene mayor afinidad que por ningun otro ácido. El yeso anhidro es una variedad rara en la cual no entra el agua como parte constitutiva. La marga yesosa es una mezcla de yeso y de marga; el alabastro es una variedad de yeso granosa ó compacta que se encuentra en masas bastante considerables en la naturaleza para ser usadas en la escultura y arquitectura.

El alabastro se presenta algunas veces bajo la forma de una sustancia pura y blanda como la nieve por ejemplo, en Volterra de Toscana. En este estado se trabaja para hacer objetos de arte en Florencia y Liorna. El alabastro es menos duro que el mármol y mas fácil de trabajar.

FORMAS DE EXTRATIFICACION. Una serie de capas se compone de una, de dos, y á veces de mayor número de las rocas anteriores alternando por lechos.

Asi en los distritos hullíferos de Inglaterra, no es raro encontrar toda una serie de lechos de gres, unos de grano mas fino y otros de grano mas grueso; algunos de color blanco, otros de color negruzco, etc., y bajo estos lechos, otros de esquisto y de gres que se dividen en hojas y contienen impresiones de plantas. Despues se descubren capas de carbon puro ó impuro alternando con otros esquistos y otros gres y debajo de todo se encuentran quizá lechos calizos llenos de corales y de conchas marinas, distinguiéndose cada lecho uno de otro por ciertos fósiles ó por la abundancia de especies particulares de moluscos ó zoófitos.

Esta alternativa de diferentes especies de rocas producen la extratificacion mas distinta; en una serie de muchos centenares de capas, se encuentran frecuentemente lechos de caliza y de marga, de conglomerato y de gres, de arena y de arcilla, que se suceden muchas veces en un órden casi regular. Las causas que pueden haber producido estos fenómenos son varias; Lyell habla de ellas á fondo en su *Tratado de las transformaciones modernas que se han verificado en la superficie de la tierra*. Se ve en los capítulos en que se trata de este asunto, que los rios que desembocan en los lagos y en los mares, estan cargados de sedimentos variables en cantidad, en composicion, en color y en grano segun las estaciones; sus aguas son en unas épocas abundantes y rápidas, y en otras bajas y tranquilas; sus diversos tributarios inundan comarcas y suelos diferentes, y por consiguiente se cargan de sedimentos particulares segun las épocas. Igualmente ha demostrado dicho autor que las olas del mar y las corrientes ahondan y minan los precipicios durante los huracanes del invierno, y arrastran al fondo de las aguas las materias que han arrancado mientras que durante el buen tiempo los movimientos del Océano no precipitan mas que lodo muy fino.

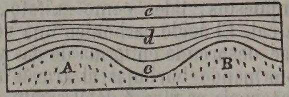
No entra en el objeto de esta obra dar una descripcion detallada de estas acciones que se han repetido de año en año y de siglo en siglo como lo hacen todavía hoy; pero se puede dar una explicacion de la manera cómo se han formado ciertos gres micáceos, por ejemplo, aquellos en que se observan innumerables hojillas de mica que separan otras hojas de arena fina cuarzosa. Esta misma disposicion de materias se ha observado en el lodo recien depositado en la bahía de la roca de San Bernardo en Bretaña á la embocadura del Loira. Las rocas inmediatas son de gneiss y alimentan el fango que consiste en arcilla parda, hojosa dividida por venilla de mica. Por medio de un experimento muy sencillo se puede explicar la separacion de la mica en estos casos en el del gres. Si se echa en la corriente de un arroyo claro un puñado de arena cuarzosa mezclada con mica, se ve en el momento verificarse en el agua una division de materias; los granos de cuarzo se iran casi inmediatamente al fondo, mientras que las hojas de mica emplearan mas tiempo

para llegar á él, y seran arrastradas mas lejos por la corriente. En el primer momento el agua se verá enturbiada, pero bien pronto las superficies planas de las hojas de mica apareceran reflejando una luz plateada y despues descenderan lentamente para ir á formar en el fondo un lecho de láminas micáceas muy distintas. La mica es el mas pesado de los dos minerales, pero permanece mas tiempo suspendida en el líquido á causa de la mayor extension de superficie que presenta. Es pues fácil de reconocer que donde quiera que el lodo se halle sometido á los movimientos de un rio ó del mar, las hojas de la mica seran arrastradas mas lejos y no se depositaran en los mismos puntos que los granos de cuarzo; y puesto que la fuerza y la rapidez de la corriente varian de un tiempo á otro, se iran depositando sucesivamente capas de mica y de arena en el mismo fondo.

HORIZONTALIDAD PRIMITIVA Se admite generalmente que las superficies superior é inferior de las capas ó *planos de estratificacion*, son paralelas. Aunque esta asercion no sea enteramente cierta, los planos se aproximan sin embargo al paralelismo en razon á que el sedimento ha sido ordinariamente depositado en lechos casi horizontales. No podria atribuirse la causa de esta disposicion á una nivelacion ni á una horizontalidad primitiva del lecho del mar, porque es sabido que en los puntos donde no se ha depositado materia alguna adventicia, el fondo del mar es tan desigual como la superficie de la tierra, y presenta como ella montes, valles y quebradas. Sin embargo si el mar bajara ó el agua se retirara cerca de la embocadura de un rio, donde hubiera existido primitivamente un delta, veriamos vastas llanuras de fango y de arena que quedaria en seco y que á la vista parecerian perfectamente unidas, y que en realidad se inclinarian suavemente desde la tierra hácia el mar.

La tendencia que tienen las capas nuevamente formadas á tomar una posicion horizontal procede principalmente del movimiento del agua que obliga á las partículas de arena ó de lodo á precipitarse y fijarse en cavidades donde se hallan menos expuestas á la violencia de las corrientes, que cuando estaban en puntos elevados. La velocidad de la corriente y el movimiento de las ondas disminuyen de intensidad á medida que se baja y llegan á su mínimun en los puntos donde el agua es mas profunda.

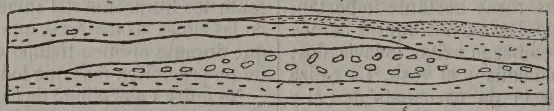
A veces suelen observarse buenos ejemplos del fenómeno que acabamos de indicar en la inmediacion de un volcan donde se ha verificado un corte natural ó artificial; este corte deja en descubierto una serie de fajas diferentes de arena y cenizas de varios colores que han caido en forma de lluvia sobre un suelo desigual. Supongamos que A y B hayan sido dos ele-



vaciones separadas por un valle, estas desigualdades primitivas de la superficie han desaparecido gradualmente bajo lechos de arena y cenizas *c d e*, la superficie *e* se halla hoy dia perfectamente unida. Aunque las materias de las primeras fajas se hallan dispuestas de modo que se adapten poco mas ó menos á la forma del suelo A B, se ve sin embargo que cada una de ellas es mas gruesa hácia el fondo. Una gran cantidad de partículas han sido arrastradas en un principio por su peso á la parte inferior de las pendientes A B, y otras despues han sido impelidas por el viento á medida que caian de la cumbre, y se han depositado en las cavidades: asi estas cavidades han ido desapareciendo á medida que las capas se han acumulado de *c* á *e*. Quizá se haria mas clara la explicacion que precede, suponiendo cierto número de zanjas paralelas abiertas en una llanura de arena movediza, tal como el desierto de Africa, y que el viento hubiera hecho en seguida desaparecer restableciendo la superficie tan unida como estaba antes.

El agua en su movimiento puede ejercer sobre semejantes materias su accion niveladora mas fácilmente que el aire, porque la mayor parte de las piedras pierden en el agua mas de una tercera parte del peso que tenian al aire, y el peso específico de las rocas viene á ser generalmente dos y medio tomando el del agua por unidad. Pero la ligereza de la arena ó del lodo, es mayor aun en el mar, porque la densidad del agua salada excede á la del agua dulce.

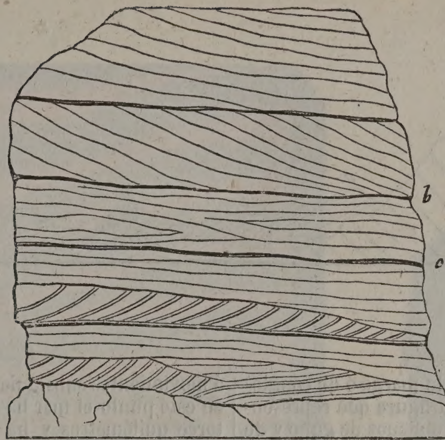
Por mas uniforme y horizontal que pueda ser en general la superficie de los cuerpos nuevamente formados, existen sin embargo muchas causas desorganizadoras; tales son los remolinos y las corrientes que



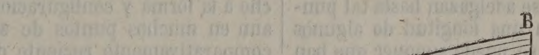
se mueven ya en un sentido, ya en otro, y que ocasionan frecuentes irregularidades. Algunas veces se puede seguir un lecho de caliza, de esquisto ó de gres, hasta una distancia continua de algunos metros, pero casi siempre se observa que cada capa particular se va adelgazando y permite á otras capas que en un principio se hallaban encima y debajo de su nivel, encontrarse y unirse. Si las materias que las componen son duras como los gres y los conglomeratos, los mismos lechos no pueden continuar de una longitud de algunos metros sin variar en sus dimensiones y á veces terminan repentinamente.

ESTRATIFICACION DIAGONAL ó CRUZADA. Hay tambien otro fenómeno que se renueva con frecuencia; se encuentran series de capas compuestas cada una en partículas de cierto número de hojas dirigidas oblícuamente á los planos generales de la estratificacion. A esta disposicion diagonal se la ha dado el nombre de *estratificacion falsa ó cruzada*. Asi en el corte se ven siete ú ocho grandes capas de arena movediza, amarilla y parda; las líneas *a*, *b*, *c*, designan algunos planos de estratificacion que son casi horizontales. La mayor parte de las láminas subordinadas á estas capas, no son conformes á sus planos, pero estan frecuentemente inclinadas, y su inclinacion se dirige algunas veces hácia todos los puntos de la brújula. Cuando la arena es movediza é incoherente, como en el caso que representamos aquí la desviacion de las láminas intermediarias no podria ser explicada por ninguna especie de colocacion nueva operada durante la consolidacion de la roca.

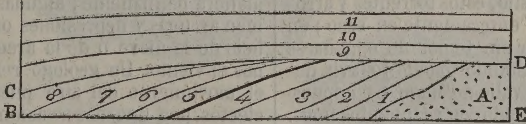
Veamos si estas especies de irregularidades pueden



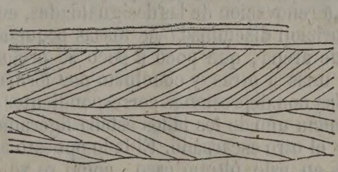
ser atribuidas á la disposicion primitiva. Es preciso suponer que en el fondo del mar, como tambien en el lecho de los rios, los movimientos de las olas, de las corrientes y de los remolinos hacen que el limo, la arena y el guijo se acumulen en montecillos sobre puntos aislados, en lugar de extenderse uniformemente en una ancha superficie. Algunas veces despues que los bancos han sido formados asi, las corrientes se abren paso al traves de su masa de la misma manera que un rio abre su lecho. Si admitimos que el banco



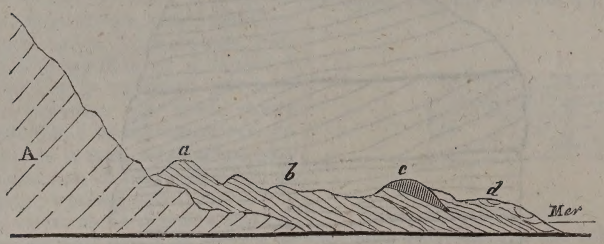
A tenga un orígen semejante que presente uno de sus lados escarpado y que durante un período de tranquilidad de las aguas, la capa de sedimento número 1, se halla depositado en su superficie, adaptándose á sus desigualdades, las demas capas 2, 3, 4, podran despues depositarse sobre las anteriores de modo que produzcan el banco B, C, D. Si la corriente aumenta entonces en velocidad, arrebatará la porcion superior de esta masa siguiendo la línea puntuada *e*, y depositará los materiales mas lejos, bajo la forma de las capas 5, 6, 7 y 8. Se tendrá pues un banco B, C, D, E, cuya superficie será casi unida y sobre el cual podran en último término acumularse las capas casi horizontales 9, 10 y 11.



Hemos demostrado anteriormente que las hojas transgresivas de las capas que se van sucediendo, pueden algunas veces presentar entre sí una inclinacion opuesta. Se pueden dar muy buenos ejemplos de esta estructura en algunos barrancos compuestos de arena movediza en la costa de Suffolk, Esta disposicion debe atribuirse á los cambios de direccion de la marea y de las corrientes que han sobrevenido en un mismo punto.



La descripcion que hemos dado anteriormente de la disposicion oblicua de los lechos en cada una de las capas, es en algunos casos aplicable en mayor escala á masas de un espesor de algunos centenares de metros y de una extension de varios quilómetros. De esto se puede ver un buen ejemplo en la base de los Alpes marítimos cerca de Niza, Las montañas treminan allí de una manera tan escarpada en el mar, que generalmente la sonda da una profundidad de algunos centenares de brazas, á la simple distancia de un tiro de fusil de la orilla, y algunas veces hasta la profundidad de novecientos metros á una distancia de ochocientos. Pero en estos puntos entre la orilla y la montaña,



se encuentran capas de arena, de marga ó de conglomerato como se ve en la presente figura que representa una vasta sucesion de lechos oblicuos de guijo y de arena trazada desde el mar hasta Monte-Calvo en una distancia de mas de catorce quilómetros en línea recta. Estos lechos bajan siempre hácia el Sur ó hácia el Mediterráneo, formando un ángulo de 25° próximamente. Estan cortados por precipicios verticales de 70 á 180 metros de altura que circundan el valle, al través del cual corre el rio Magnan. Aunque de una manera general las capas parecen paralelas y uniformes, sin embargo examinadas mas atentamente, tienen en realidad forma de cuña, y se adelgazan hasta tal punto cuando se les sigue en una longitud de algunos centenares de metros que se puede suponer que han sido primitivamente depositadas en una orilla escarpada donde se descargaba un rio ó un torrente alpino en un mar profundo y tranquilo, formando asi un deltas, que se adelantaba gradualmente desde la base del Monte-Calvo, hasta una distancia de catorce quilómetros de la orilla primitiva. Cuando posteriormente se ha verificado el alzamiento de esta parte de los Alpes del lecho del mar hasta una altura de doscientos metros, la costa debió tomar su configuracion actual, el delta debió surgir, y un rio abrió en él un lecho profundo.

Es notorio para todo el mundo que los torrentes y arroyos que hoy bajan de las pendientes de los Alpes hácia el mar, arrastran consigo anualmente cuando las nieves se derriten, una gran cantidad de piedras y de arena; á medida que siguen bajando, transportan un limo fino, y durante el estío, estos torrentes y arroyos se hallan entera ó casi enteramente en seco; en este caso se puede admitir sin temor de engañarse que en muchos puntos se estan formando todavía depósitos semejantes á los del valle de Magnan compuestos de guijo grueso y alternando con sedimentos finos. Deben avanzar hácia el Mediterráneo en forma de bancos terminados en un declive escarpado; porque tal es el modo primitivo de acumulacion de todas las materias groseras reunidas en el agua profunda sobre todo si se componen en gran parte de cantos rodados que no podian ser transportados á distancias indefinidas por corrientes de mediana velocidad. Por falta de atencion de los hechos se ha exagerado mucho la profundidad supuesta del antiguo Océano; no podria dudarse por ejemplo que las capas *a* y otras mas aproximadas al Monte-Calvo sean mas antiguas que las indicadas por la letra *b*, y que estas á su vez hayan sido formadas antes que *c*; pero en ningun punto se encuentra un espesor que llegue á trescientos metros; puede que haya espesores mas considerables, pero es probable que en ninguna parte pasen de novecientos á mil doscientos metros. Sin embargo, cuando se piensa que todas las capas fueron en otro tiempo horizontales, y que su inclinacion actual debe atribuirse á movimientos subsiguientes, es forzoso deducir que en este punto el mar ha tenido la profundidad de catorce quilómetros y ha sido ocupado por lechos alternados del limo y de piedras, depositados unos sobre otros.

En la localidad que hemos citado y que está situada algunos quilómetros al Oeste de Niza, hay diferentes puntos geológicos que considerar, pero de que no podemos dar detalles aquí; todos conducen á la opinion de que durante la formacion del depósito de Magnan, la forma y configuracion de las pendientes de los Alpes, asi como las de la playa misma, se parecian mucho á la forma y configuracion que se observan hoy aun en muchos puntos de sus cercanías. La fecha comparativamente reciente de los lechos *a*, *b*, *c*, *d*, está demostrada por el hecho de que en los lechos de marga arcillosa intercalados entre los de cantos rodados, existen conchas fósiles, la mitad de las cuales pertenece á especies que viven actualmente en el Mediterráneo.

ONDULACIONES. Las desigualdades ondulatorias tan frecuentes en la superficie de los gres de diferentes épocas y que se observan tan á menudo en la marea á orillas del mar, parece que deben su orígen á un transporte particular de las materias al fondo del agua, transporte exactamente semejante á aquel por medio del cual hemos explicado anteriormente las hojas inclinadas. (Fig. 1.ª)

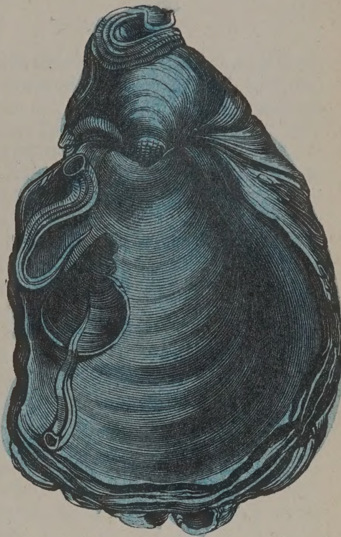
Las ondulaciones no se hallan exclusivamente limitadas á la playa expuesta al mar. Se producen igualmente sobre las arenas que estan sumergidas de una manera permanente; algunas veces se observan tambien arrugas y depresiones ondulatorias en la superficie de la nieve ó de la arena que han sido barridas por el viento. Un geólogo refiere la manera con que el movimiento del aire puede producir semejantes efectos por una observacion hecha en una playa estensa en las cercanías de Calais; nubes de arena blanca y fina, separadas por el viento de las dunas inmediatas venian á cubrir la orilla y á blanquear una superficie unida y oscura del limo arenoso; y esta nueva cubierta de arena estaba magníficamente ondulada. Habiendo nivelado todas las ondulaciones y depresiones de aquella superficie en una extension de algunos metros cuadrados, se renovaron completamente en menos de diez minutos; la direccion general de aquellas eminencias era siempre perpendicular á la del viento. La renovacion de las desigualdades, empezaba por la aparicion diseminada de masas pequeñas y separadas de arena, que poco á poco se prolongaban, se unian unas á otras y concluian por formar largas eminencias con depresiones correspondientes. En cada eminencia uno de los lados estaba ligeramente inclinado y el otro escarpado. El lado opuesto al viento se hallaba en este último caso, como se ve en *b*, *c* y *d* *e*. El lado que miraba hácia el viento presen-

Geologia.

1



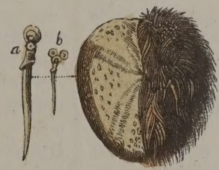
2



3



4



5

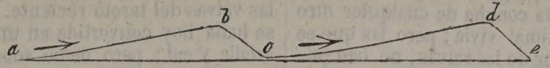


6



7

1. Placa undulada de gres rojo de Cheshire.—2. Grífea fósil cubierta interior y exteriormente de sérpulas fósiles.—3. Sérpula fija en un espatango fósil de la ereta.—4. Espatango reciente con las puas arrancadas en su mitad.—5. *a esquino* de la creta con una valva de *crania* adherida; *b*, la otra valva de este molusco.—6 y 7. Madera fósil y madera atravesada por moluscos perforadores.



taba una pendiente suave, como la que representa *a*, *b* y *c*, *d*. Cuando una ráfaga de viento soplaba con una fuerza suficiente para transportar á la superficie ondulada una nube de arena, se veian moverse á un tiempo todas las lomas, adelantándose cada cual sobre el surco siguiente y ocupando el lugar de este á los pocos minutos. La progresion se verificaba por el transporte contínuo de granos de arena sobre las pendientes *a b*, y *c d*. Muchos de estos granos, cuando llegaban á *b* y á *d*, caian por los lados escarpados *b c* y *d e* y se encontraban desde aquel instante al abrigo del viento, quedaban pues estacionarios, deteniéndose cada uno segun su forma y su peso sobre tal ó cual punto de la pendiente y solo algunos rodaban hasta el fondo, asi se veia distintamente cada loma moverse un poco siempre que aumentaba la fuerza del viento. Algunas veces una porcion de una eminencia adelantándose con mas rapidez que el resto, alcanzaba á otra eminencia anterior y se confundia con ella, dando asi orígen á bifurcaciones y ramas que suelen verse con mucha frecuencia. Conformaciones de este género pueden observarse en los gres de todas las épocas, y lo mismo que las ondulaciones que se forman en nuestros dias á orillas del mar, las ondulaciones producidas en tiempos antiguos pueden presentar dos sistemas de desigualdades interferentes uno de otro; el uno mas antiguo y medio borrado; otro mas moderno y en el cual las elevaciones y depresiones, son mas distintas y se hallan dirigidas de diferente modo. Este cruzamiento de los ldos sistemas de ondulaciones resulta de un cambio de viento y de una nueva direccion comunicada á las olas.

Las ondulaciones indican ordinariamente una orilla de mar ó de rio de la profundidad de uno á dos metros solamente porque la situacion producida por las olas aun en tiempo de tempestad no se extiende sino á una profundidad muy corta; esta regla sin embargo sufre algunas excepciones, y estas ondulaciones han sido observadas modernamente á una profundidad de diez y ocho á veinte metros. Se ha demostrado, que corrientes ó masas poco importantes de agua, podian en su movimiento obrar sobre el fango y la arena á la profundidad de 90 y aun de 140 metros. Sin embargo se puede en la mayor parte de los casos distinguir una ondulacion de ribera de una ondulacion de corriente por los frecuentes cambios que la primera experimenta en la direccion. En una placa de gres que no tiene mas de 4 centímetros de espesor, se observan frecuentemente las elevaciones ó depresiones de una antigua ondulacion en varias placas sucesivas dirigidas hácia diferentes puntos del horizonte.

CAPITULO III.

DISTRIBUCION DE LOS FÓSILES EN LAS CAPAS. FÓSILES DE AGUA DULCE, Y FÓSILES MARINOS.

Hemos examinado en el capítulo anterior las diferentes formas de estratificacion determinadas por la disposicion de las materias inorgánicas; al presente, debemos dirigir nuestra atencion hácia la manera de que se hallan distribuidos los restos orgánicos en los depósitos estratificados. Seria muchas veces imposible descubrir indicio alguno de estratificacion ó de depósitos sucesivos si ciertos géneros de fósiles no se encontrasen esparcidos á diferentes profundidades. A tal nivel por ejemplo se encontraran especialmente una ó varias especies de conchas univalvas; á tal otro, conchas bivalvas; sobre otro punto corales, y en fin, á ciertas formaciones se observarán hojas de materias vegetales procedentes habitualmente de plantas terrestres y separando las capas.

Un principiante encontrará dificultad en explicarse cómo hay montañas de algunos miles de metros de elevacion que estan llenas de fósiles desde la base á la cumbre; pero la dificultad desaparecerá cuando reflexione en el orígen de la estratificacion tal como la hemos explicado en el capítulo anterior, y cuando haya admitido un espacio de tiempo suficiente para la acumulacion de los sedimientos. Nunca debe perderse de vista, que durante la operacion del depósito cada capa ha sido sucesivamente la superior, y ha estado cubierta sin intermedio por el agua en que vivian animales acuáticos. Cada capa por mas lejana que se le suponga hoy de la superficie, ha formado pues en otro tiempo el fondo del mar en forma de piedras, arena menuda ó de limo, en cuyas materias han podido enterrarse fácilmente conchas y otros cuerpos organizados.

Teniendo en cuenta la naturaleza de los restos orgánicos, se comprende muchas veces si el depósito ha sido lento ó rápido, si se ha formado en un mar profundo ó de poco fondo, cerca de la costa ó lejos de la tierra, y si el agua era salada, salobre ó dulce. Ciertas calizas se componen casi enteramente de corales, y en muchos casos es evidente que la posicion actual de cada zoófito fósil ha sido determinada por su modo primitivo de crecer. El eje del coral por ejemplo, si el desarrollo de este zoófito ha debido verificarse en el sentido vertical, se dirige todavia perpendicularmente al plano de estratificacion; si la capa es actualmente horizontal, las cabezas esféricas de ciertas especies se hallarán vueltas hácia arriba y sus puntos de union hácia abajo. Esta disposicion se repite algunas veces al través de una larga serie de capas. Por lo que conocemos acerca del crecimiento de zoófitos semejantes en los arrefices actuales, podemos pensar que el desarrollo de los zoófitos antiguos se ha verificado de una manera sumamente lenta y que algunos han debido vivir siglos como los árboles de los bosques antes de llegar á una talla considerable. Ahora bien, durante este tiempo, el agua ha debido permanecer clara y transparente, porque los corales no hubieran podido vivir en un agua turbia.

Del mismo modo, cuando vemos millares de conchas en estado perfecto de desarrollo esparcidas al través de una larga serie de capas, no podríamos dudar de que haya sido necesario un tiempo considerable para la multiplicacion de sus generaciones sucesivas; la lentitud de la acumulacion es mas evidente aun por la presencia de los cuerpos fósiles que han permanecido durante cierto tiempo despues de su muerte expuestos en el fondo del Océano antes de ser envueltos por los sedimentos. Nada es mas comun por ejemplo que encontrar en la arcilla ostras fósiles con serpulas, balanos, corales y otros cuerpos adheridos al interior de sus valvas, hecho que demuestra con seguridad, que el molusco no ha sido sepultado en el fango arcilloso desde el momento de su muerte. Cierto tiempo ha debido pasar, durante el cual ha continuado rodeado de agua clara; y durante este tiempo, se han desarrollado los animales que hoy se encuentran adheridos á él, pasando del estado de embrion al de crecimiento perfecto.

Algunas conchas adheridas solamente á la parte exterior como las serpulas *a*, (fig. 2) han podido crecer sobre una ostra ó sobre la concha de cualquier otro molusco, mientras el animal vivia; pero las que se hallan adheridas al interior de las valvas, no han podido fijarse en este sitio sino despues de la muerte del animal que habitaba la concha que les ha servido de apoyo. Asi en esta figura se ven dos serpulas que han crecido en el interior; una de ellas exactamente en el sitio en que estaba fijo el músculo adductor de la grifea (especie de ostra).

Ciertas conchas fósiles aun las que se adhieren simplemente á la superficie exterior de otras conchas confirman plenamente la deduccion que anteriormente hemos hecho; á saber, que ha debido transcurrir un espacio de tiempo entre la muerte del animal y el enterramiento de su envoltura á la cual se adhieren las conchas. Los erizos marinos (*echini*) tan numerosos en la creta, nos presentan un excelente ejemplo. Se sabe que en estado vivo, estos animales se hallan siempre cubiertos de chupadores ó tubos gelatinosos llamados *ambulacros* que les sirven como órganos de locomocion. Se hallan ademas armados de puas que sostienen filas de tubérculos, pero no se observan estos últimos órganos sino despues de la muerte del animal cuando las puas se han desprendido. En la fig. 4. se ha representado una especie viva de *spatangus* comun en las costas de Europa con una mitad de su concha despojado de puas. En la fig. 3. un fósil del mismo género procedente de la creta blanca de Inglaterra, muestra la naturaleza de la envoltura en los individuos de esta familia cuando su superficie se halla igualmente despojada de puas. La serpula en estado completo de desarrollo que se ve hoy adherida á esta envoltura, ha debido pues empezar á crecer antes que hubiera muerto el spatango, y que sus puas se hubieran desprendido.

Pero se puede penetrar aun mas en la serie de los acontecimientos que nos revele aquí la existencia de un simple fósil. Por ejemplo, se encuentran con frecuencia en la creta, erizos como el de la tercera figura, en cuya superficie se halla adherida la valva inferior de una *crania*, género de molusco vivalvo. La valva superior *b*, falta casi constantemente, aun cuando se encuentra á veces en un perfecto estado de conservacion á cierta distancia de la creta en la creta blanca. En este caso es evidente que el erizo se ha desarrollado primero, ha muerto despues, y ha perdido sus puas que han sido desprendidas. Entonces es solamente cuando la crania ha empezado á adherirse á la envoltura desnuda del erizo, ha crecido, ha muerto á su vez, y su valva superior se ha separado de la inferior; todo esto antes que el *Echinus* haya sido sepultado en el fango cretáceo.

Creemos útil citar aun un ejemplo de la manera con que simples fósiles pueden algunas veces servir para comprender hechos muy antiguos y explicar acontecimientos que han pasado ya en el lecho del Océano, ya en las tierras inmediatas. A diferentes profundidades de la arcilla sobre que está edificado Londres, se encuentran muchos fragmentos de madera agujereados por taretos. Se extraen algunas veces de esta formacion troncos y ramas enteras de mas de una vara de longitud, enteramente agujereados por estos animales perforadores, cuyos tubos y conchas subsisten todavía en las cavidades cilíndricas que han producido. La fig. 7 *e*, representa un fragmento de madera reciente, horadado por el *Teredo navalis* ó tareto comun, que destruye las vigas y los barcos. Cuando se extrae de la madera el tubo cilíndrico *d*, se ve á su extremo mas grueso una concha compuesta de dos piezas, *c*. La figura 6 representa tambien un fragmento de madera fósil, que estaba perforado por un animal de género inmediato, pero extinguido, llamado *teredina*, por Lamark. El tubo calizo de este molusco, estaba como soldado á las *valvas* de la concha *b*, que por consiguiente no podia desprenderse del tubo como las valvas del tareto reciente. La madera de este fósil se halla hoy convertida en una piedra mezclada con arcilla y cal; pero debió sobrenadar en la época en que los teredinas le escogieron por habitacion, y perforaron su masa en todos sentidos. Sin embargo, antes que esta colonia se hubiese fijado en el tronco flotante, habia sido preciso que este tronco fuese arrastrado al mar despues de haber sido arrancado del suelo por una inundacion ó lanzado al agua por el viento; y si se continúa asi de conjetura en conjetura, nuestra imaginacion se traslada naturalmente á un período anterior, durante el cual el árbol ha debido crecer y vivir muchos años, en un continente cuyo suelo y clima le eran favorables.

Hemos hecho notar que existen en el interior de los continentes, á diferentes profundidades de la tierra, y á grandes alturas sobre el nivel del mar, rocas casi enteramente formadas de restos de zóofitos y de moluscos testáceos. Se pueden comparar estas rocas á los bancos actuales de ostras, y á los arrecifes de corales y deducir que su crecimiento ha debido ser tambien muy largo. Pero existe ademas en la corteza terrestre una variedad de depósito pétreo procedente sin duda alguna de plantas y de animales, y cuyo orígen, no habia sido sin embargo, bien sospechado hasta tiempos muy modernos por los naturalistas. El descubrimiento que ha sido hecho muy modernamente por el profesor Ehremberg, de Berlin, produjo una gran sorpresa entre los sabios: dicho autor hizo observar que cierta especie de piedra silícea llamada *Trípoli*, se componia enteramente de millones de fragmentos de cuerpos orgánicos que refirió á infusorios microscópicos, pero que otros naturalistas han supuesto ser plantas. Estos cuerpos abundan en los lagos de agua dulce y en los estanques, en Inglaterra y en tras comarcas, y han sido llamados *diatomáceas* por los autores que les atribuyen un orígen vegetal. el trípoli es conocido hace mucho tiempo en las artes por el uso que se hace de él en forma pulverulenta para el pulimento de las piedras y de los metales. Entre otras localidades, se saca de Bilin en Bohemia, donde una sola capa que se extiende en una gran superficie, tiene mas de cuatro metros de espesor. Cuando se examina esta piedra con un microscopio de mucha fuerza, se ve que consiste en piezas silíceas, muy pequeñas ó frústulas de diatomáeas; estas piezas no estan unidas por cimento alguno visible. Es muy difícil formarse una idea de su extraordinaria pequeñez; pero Ehremberg, calcula que hay 41.000,000 de individuos de *gallonella distans*, (fig. 9.) por cada 25 milímetros cúbicos de trípoli, lo cual representa próximamente 1 grano y 55 centésimas; es decir, que hay cerca de 187.000,000 de individuos por cada siete milésimas de grano. Por consiguiente, cada vez que frotamos con este polvo, producimos á átomos algunos millones, 40.000,000 quizá de cuerpos organizados.

Estos restos de diatomáceas, son de sílice pura; sus formas son variables, pero estan bien determinadas y se separan fácilmente en géneros y en especies distintas. Asi en cuanto á la familia de vacilarieas (figura 8), los individuos que se encuentran en estado fósil, presentan las mismas divisiones y las mismas líneas transversales que las especies vivas del mismo grupo; con los restos de las bacilarieas, se encuentran tambien algunas veces espículas silíceas ó sustentáculos interiores de esponjas de agua dulce, *spongilla* de Lamark. Estos tubos silíceos y espículas, aunque muy duras, son muy frágiles, se rompen como vidrio y reducidos á polvo, son muy á propósito para pulimentar la superficie de los metales.

Ademas del trípoli, que se compone exclusivamente de los fósiles descritos anteriormente; se encuentra en la parte superior de la grande capa de Bilin, otra

Ecologia.



8. *Bacillaria vulgaris* —9. *Gallonella distans.*—10. *Gallonella ferruginea.*—11. Trozo de pedernal resinóideo de la gran capa de Bilin.—12. El mismo aumentado de volúmen, mostrando las articulaciones circulares de una especie de *Gallonella* y spículas de esponjilla.—13. *Cytherina* de Lamk.—14. Porcion de *Nodosaria.*—15. *Cristellaria rotulata.*—16. *Rosalina.*—17. *Cydas obovata*, fósil.—18. *Cyrena consobrina*, fósil.—19. *Anodonta Cordierii*, fósil.—20. *Anodonta latimarginatus*, reciente.—21. *Unio littoralis*, reciente.

piedra mas pesada y mas compacta, una especie de semi-ópalo (resinita, ó pedernal resino de los autores franceses), llena de innumerables restos de diatomáceas, y de espículas de spongillas, pegadas juntamente por un cimento silíceo. Se supone que estas son las partes silíceas de las diatomáceas mas delicadas que han sido disueltas por el agua, y han dado tambien orígen á esta especie de ópalo, en el cual los fósiles mas durables se conservan como los insectos en el ámbar. Esta opinion se encuentra confirmada por el hecho de que los cuerpos orgánicos disminuyen en número, y pierden la aspereza de sus contornos á medida que la cantidad de cimento opalino aumenta.

En el trípoli de Bohemia, como en el de Planitz en Sajonia, las especies de diatomáceas (ó infusorios, como las llama Ehremberg), son de agua dulce; pero en el trípoli de otras comarcas, en el de la Isla de Francia, por ejemplo, las especies son marinas y todas pertenecen á las formaciones del período *terciario*, del cual hablaremos mas adelante.

Ehrenberg ha demostrado tambien que la sustancia bien conocida con el nombre de *mineral de hierro de los pantanos*, y que se encuentra con frecuencia en los musgos de las hornagueras, se compone de innumerables hilos articulados, de color amarillo de ocre, formados en parte de sílice y en parte de óxido de hierro. Estos hilos son las envolturas de un pequeñísimo cuerpo microscópico llamado *gallonella ferruginea* (fig. 10).

Es evidente que ha debido pasar un tiempo considerable durante la acumulacion de las capas á cuya formacion han contribuido los restos de estas innumerables generaciones de diatomáceas, y este descubrimiento nos conduce naturalmente á presumir que otros depósitos considerados habitualmente como compuestos de materias orgánicas, proceden del despojo de cuerpos orgánicos microscópicos. Se habia sospechado frecuentemente que la creta blanca se encontraba en este último caso, porque se veia esta roca abundar en diferentes fósiles marinos, tales como echinidos, testáceos, briozoarios, corales, esponjas, crustáceos y peces. Lonsdale, examinando en el mes de octubre de 1835, en el museo de la Sociedad Geológica de Londres, ejemplares de creta blanca, procedentes de diferentes localidades de Inglaterra, descubrió que pulverizando la materia en el agua, las partes que no parecen ser á simple vista mas que pequeños granos blancos, son en realidad fósiles bien conservados. Obtuvo mas de un millar de estos fósiles por 500 gramos de creta; algunos eran fragmentos pequeños de briozoarios y de coralinas, otros eran foraminíferos enteros y citerideas. Las figuras siguientes darán una idea de las magníficas formas de algunos de estos cuerpos. La figura *a* (figuras 13, 14, 15 y 16) representan su tamaño natural, pero por diminutas que parezcan, las mas pequeñas de entre ellas, tales como *a* de la figura 16, son gigantescas, si se comparan con las envolturas de diatomáceas de que se ha hablado anteriormente. Se ha descubierto, ademas, últimamente que los espacios que dividen estos foraminíferos, estan hoy dia frecuentemente llenos de millones de otros cuerpos orgánicos perfectamente conservados, del género de aquellos que abundan en cada grano pequeño de creta, y que son sobre todo visibles en la capa blanca del pedernal, donde se les ve acompañados de innumerables espículas aciculares de esponjas. Cuando se reflexiona sobre estos descubrimientos, naturalmente se llega á suponer que, asi como el cimento amorfo de la resinita de Bilin, se deriva en cuanto á su composicion de materias animales y vegetales, del mismo modo un gran número de las piedras de la creta en que no se reconoce vestigio alguno de estructura orgánica, pueden, sin embargo, haber sido formados en parte de animalillos microscópicos.

«¡El polvo que hoy hollamos gozó vida en otro tiempo!»
(Byron).

Esta exclamacion del poeta por mas enérgica que sea, no nos da, sin embargo, mas que una idea muy débil de las maravillas de la naturaleza. Porque á cada paso adquirimos la prueba de que el polvo calizo ó silíceo de que se componen las colinas, no solo ha gozado vida en otro tiempo, sino que tambien cada partícula por invisible que sea á la simple vista, conserva todavía la estructura orgánica que en épocas muy remotas le imprimiera el poder vital.

Fósiles de agua dulce y fósiles marinos. Las capas presentan todas la misma forma, bien hayan sido depositadas en agua salada ó formadas en agua dulce; pero los fósiles que contienen son muy diferentes, porque los animales acuáticos que frecuentan los lagos y los rios son distintos de los que habitan el mar. En la parte septentrional de la isla de Wight, se ven en mas de 15 metros de elevacion formaciones de marga y de caliza, en las cuales casi todas, si no todas las conchas, pertenecen á especies extinguidas. Sin embargo, es fácil de reconocer su orígen de agua dulce, porque pertenecen á los géneros que abundan hoy en los estanques y en los lagos de nuestras comarcas ó de las latitudes mas cálidas.

El número de conchas terrestres que se ven esparcidas al través de los depósitos de agua dulce, es verdaderamente prodigioso, y se citan distritos en Alemania en que las rocas contienen rara vez otros fósiles que conchas de caracol; tal es la caliza de la orilla izquierda del Rhin, entre Maguncia y Worms, en Oppenheim, Findheim, Budenheim y otros puntos. Para explicar este fenómeno, el geólogo no tiene mas que examinar, cuando las aguas bajan, los deltas de los torrentes que entran en los lagos de la Suiza; por ejemplo, la llanura nuevamente formada en el punto en que el Kander desemboca en el lago de Thoune. Allí verá arena y limo sembrados de innumerables conchas terrestres muertas, y que han sido arrastradas de los valles de los Alpes en la primavera anterior al tiempo de derretirse las nieves. Del mismo modo si se examinan las arenas de las orillas del Rhin en la parte inferior del curso de este rio, se encontrará un número infinito de conchas terrestres mezcladas con otras especies de los lagos, de los estanques y de los pantanos. Estas conchas habran sido traidas por las aguas desde las llanuras aluviales, del gran rio y de sus tributarios, algunas de las regiones montañosas, y otras de las comarcas bajas.

Aunque las formaciones de agua dulce presentan frecuentemente un gran espesor, son, sin embargo, muy limitadas en superficie comparativamente á los depósitos marinos, porque los lagos y los estuarios, no presentan mas que dimensiones muy cortas en comparacion de los mares.

Se puede reconocer una formacion de agua dulce en la ausencia de diversos fósiles que se encuentran casi invariablemente en las capas marinas. Por ejemplo, no se observan en ella esquinos, ni corales y rara vez zoófitos; tampoco se observan conchas con divisiones, tales como el nautilo y los foraminíferos. Pero principalmente por la forma de los moluscos es como se llega á determinar este género de formacion. En un depósito de agua dulce, el número de conchas es con frecuencia tan grande, sino mayor, que en una capa marina; pero estas conchas varian poco en cuanto á la especie y al género. Podria esperarse, segun este hecho, que los géneros y las especies de agua dulce y terrestres recientes, se hallen en corto número comparativamente á las especies marinas. Asi los géneros de verdaderos moluscos, segun el sistema de Blainville, excluyendo las especies extinguidas y los que no tienen conchas se elevarian próximamente á 200, entre los cuales los géneros terrestres

y de agua dulce no formarian quizá mas de una sexta parte.

Casi todas las conchas bivalvas, tales como las de los moluscos acéfalos, son marinas; solo 10 géneros entre 90 son de agua dulce. Entre estos últimos los cuatro mas comunes ya en estado vivo, ya fósil, son: el *Cyclas, Cyrena, Unio*, y *Anodonta*. Los dos primeros y los dos últimos géneros presentan afinidades tales que pasan casi insensiblemente uno á otro.

Lamarck ha dividido los moluscos bivalvos en *Dimiarios*, que tienen anchas impresiones musculares en cada valva, como *a b* en el *Cyclas* (fig. 17) y *Monomiarios*, tales como la ostra y la pechina, en los cuales no existe mas que una de estas impresiones (fig. 18). Ahora bien, como ninguna de estas últimas conchas ó bivalvas unimusculares es de agua dulce, se podrá deducir que un depósito en el cual no se descubra indicio alguno de ellos, será marino.

Las conchas univalvas mas características de los depósitos de agua dulce, son: *Planorbis, Limnea*, y *paludina*. A estas se añaden habitualmente, los *Physa, Succinea, Ancylus, Valvata, Melanopsis, Melania*, y *Neritina*.

Respecto á una de las últimas, el *Ancylus*, Gray observa, que algunas veces no difiere de la *Siphonaria* marina, por otro carácter que el del animal. Sin embargo, la concha del *Ancylus* es ordinariamente mas pequeña.

Algunos naturalistas comprenden la *Neritina* y la *Nerita* marina en el mismo género, por la razon de que rara vez es posible distinguir estas dos conchas entre sí por buenos caracteres genéricos. Pero por regla general, las especies de rio son mas pequeñas, mas lisas y mas globulosas que las marinas, y nunca presentan como las *Neritas* el borde interno del labio exterior dentado ó acanalado.

Algunos géneros entre los cuales se puede citar el *Cerithium* como mas abundante, son comunes á un mismo tiempo á los rios y al mar, y producen especies particulares en uno y otro de estos elementos. Otros géneros, como el *Auricula*, son anfibios, habitan los pantanos, especialmente en la vecindad del mar.

Las conchas terrestres son todas univalvas. Los géneros mas abundantes que ofrecen, son ya en estado vivo, ya fósil, los *Helix, Cyclostoma, Pupa, Clausilia, Bulimus*, y *Achatina*; estos dos últimos géneros se parecen mucho y pasan insensiblemente de uno á otro.

La *Ampullaria* es otro género de concha que en las regiones cálidas habita los rios y los estanques. Diferentes especies fósiles han sido referidas á este género, pero se han encontrado principalmente en las formaciones marinas, y algunos conchiliólogos sospechan que pertenecen á la *Natica* ó á otros géneros marinos.

Todas las conchas univalvas de especies terrestres ó de agua dulce á excepcion de la *Melanopsis* y de la *Achatina*, que es ligeramente dentada, tienen la boca entera; esta circunstancia puede servir de regla para distinguir una capa de agua dulce de una capa marina porque si en un depósito se encuentran algunas conchas cuya boca no sea entera, se puede presumir que este depósito es marino.

La abertura se llama entera en la *Ampullaria* y las conchas de agua dulce cuando su contorno no está interrumpido por dientes ó escotaduras, tales como las muestra en *b* la *Ancyllaria* ó no se prolonga en una canal como lo presenta en *a* el *Pleurotoma*.

La boca en un gran número de estos univalvos marinos, presenta escotaduras ó canales, y casi todas las especies son carnívoras, mientras que la mayor parte de los testáceos que tienen la boca entera, se alimentan de plantas, ya sean sus especies marinas, de agua dulce ó terrestres.

Un género, sin embargo presenta una excepcion accidental á una de las reglas aquí establecidas. El *Cerytium* aunque provisto de una canal corta comprende algunas especies que habitan el agua salada, otras que habitan aguas salobres, y otras que buscan las aguas dulces, todas segun parece se alimentan de plantas.

Entre los fósiles que son muy comunes en los depósitos de agua dulce, se citan los *Cypris*, crustáceos muy pequeños provistos de una concha que se parece mucho á la de los moluscos bivalvos. Muchas especies pequeñas y vivas de este género habitan en los lagos y estanques en Inglaterra, pero sus conchas no son si se consideran aisladamente características del orígen de un depósito de agua dulce, porque la mayoría de las especies de otro género del mismo órden que tiene con ellas bastante afinidad, las *Cytherinæ* de Lamarck habitan el agua salada, y aunque el animal sea un poco diferente del de los *Cypris* su concha se distingue dificilmente de la de estos últimos crustáceos.

Los receptáculos de la semilla (sporangios) y los tallos del *Chara* sean de plantas acuáticas se encuentran con mucha frecuencia en las capas de agua dulce. Antes de conocer su verdadera naturaleza estos receptáculos eran designados con el nombre de *Girogonitas* y se las tomaba por conchas de foraminíferos (véase la figura 45 *a*).

Los *charas* habitan el fondo de los lagos y de los estanques, y prefieren sobre todo las aguas cargadas de carbonato de cal. Los receptáculos estan cubiertos de un tegumento coriáceo capaz de resistir á la descomposicion, circunstancia á la cual se debe atribuir su abundancia en estado fósil. La figura 46 representa una de las nuevas y numerosas especies descubiertas por el profesor Amici en los lagos de la Italia del Norte. Los receptáculos en esta especie son mas numerosos que en los charas de Inglaterra y por consiguiente se parecen mucho mas en la forma á las especies fósiles extinguidas, encontradas en Inglaterra, Francia y otras comarcas. Se encuentran los tallos lo mismo que los receptáculos de estas plantas en las margas conchíferas recientes de las formaciones de agua dulce antiguas. Los tallos se componen generalmente de un ancho tubo rodeado de otros tubos mas pequeños y dividido de trecho en trecho por estrangulaciones transversales (Véase *b* en la figura 45).

No es raro observar en las capas que contienen conchas de agua dulce, impresiones de hojas y de ramas de árboles, al mismo tiempo que fajas de materias vegetales; tambien se encuentran á veces dientes y osamentas de cuadrúpedos terrestres de especies hoy desconocidas.

Los restos de peces sirven algunas veces para determinar el orígen de las capas de agua dulce; ciertos géneros tales coma la carpa, la perca, el sollo, la loja (*Cyprinus, Perca, Esox, Cobitis*) y tambien el *Lebias*, son peculiares del agua dulce. Otros géneros ofrecen á un mismo tiempo especies de agua dulce y especies marinas tales son: los *Cottus, Mugil* y *Anquilla*. Los otros géneros son comunes á los rios y al mar, como el salmon y son exclusivamente característicos de las aguas saladas. Sin embargo, estas últimas observaciones sobre los peces fósiles son aplicables solamente á los depósitos mas modernos ó terciarios; porque en las rocas mas antiguas, las formas difieren de tal modo de las que presentan los peces hoy dia, que es muy difícil, al menos en el estado actual de la ciencia, deducir de las ichthyolitas, el menor dato sobre el elemento en que las capas han sido depositadas.

La alternativa de formaciones marinas y de agua dulce, en grande ó pequeña escala, es un hecho bien demostrado en geologia. Cuando se presenta en pequeña escala, se atribuye á la ocupacion alternativa de ciertos espacios por una agua de rio ó por el mar, porque en la estacion de las inundaciones el rio se adelanta en el Océano, y dulcifica sus aguas en una

Geología.



22. *Gryphœa incurva*, valva superior.—23. *Planorbis evomphalus*, fósil.—24. *Limnea longiscata*, fósil.—25. *Paludina lenta*, fósil.—26. *Succinea amphibia*, fósil.—27. *Ancylus elegans*, fósil. —28. *Valvata*, fósil.—29. *Physa hypnorum*, reciente.—30. *Auricula*, reciente.—31. *Melania inquiñata*.—32. *Physa columnaris*.—33. *Melanopsis buccinoidea*, reciente —34. *Neritina globulus*.—35. *Nerita granulosa*.—36. *Cerithium cinctum*.—37. *Helix turonensis*.



38. *Cyclostoma elegans.*—39. *Pupa tridens.*—40. *Clausilia bidens.*—41. *Bulimus lubricus.*—42. *Ampullaria glauca.*—43. *Pleurotoma rotata.*—44. *Ancillaria subulata.*—45. *Chara medicaginula*, fósil; *a*, receptáculo de las semillas (esporangio) veinte veces mayor que el natural; *b*, tallo muy aumentado de volúmen.—46. *Chara elastica*, reciente; *a*, receptáculo de las semillas sentadas entre las divisiones de las hojas de la planta hembra; *b*, corte tranversal de una rama, aumentada de volúmen, con cincos tubos de semillas, vistas de abajo á arriba.

grande extension, y deposita su sedimento, despues de lo cual el agua salada recobra su dominio y volviendo al sitio que ocupaba primitivamente, le cubre de arena, de fango y de conchas marinas.

A la embocadura de muchos rios, como el Nilo y el Mississipi, existen lagunas que estan separadas de la mar por barras de arena, y que se llenan alternativamente de agua salada y de agua dulce. Estas lagunas durante meses, años y aun siglos, comunican exclusivamente con el rio hasta que abriéndose una brecha en uno de los bancos de arena, son invadidas por la mar, y quedan durante largos períodos cubiertas de agua salada.

El Lym-Fiord, en el Jutland, nos ofrece un excelente ejemplo de un cambio de este género. En el transcurso de los últimos mil años, la extremidad Sur de esta embocadura que tiene cerca de 150 quilómetros de longitud, comprendidas sus prolongaciones ha sido cuatro veces alternativamente llena de agua dulce y salada; cada vez se ha producido entre ella y el Océano un banco de arena, y cada vez ha sido destruida. La última irrupcion de agua salada tuvo lugar en 1824; el mar del Norte penetró, y todas las conchas de agua dulce, peces y plantas, perecieron; desde esta época hasta el dia, el *Fucus vesiculosus*, las ostras y otros moluscos marinos, han sucedido á los *Cyclas*, *Limnea*, *Paludina* y *Chara*. Sin embargo estos cambios no podrian explicar mas que algunos casos particulares de depósitos marinos de una extension limitada, que reposan sobre capas de agua dulce. Cuando encontramos en el Sudeste de Inglaterra una serie considerable de capas de agua dulce de 300 metros de espesor, que descansan sobre formaciones marinas y cubiertas por otras rocas, tales como las rocas cretáceas que tienen mas de 300 metros de espesor y presentan un orígen marino tan marcado, sentimos la necesidad de buscar otras explicaciones para estos fenómenos.

CAPITULO IV.

CONSOLIDACION DE LAS CAPAS Y PETRIFICACION DE LOS FÓSILES.

Se han expuesto en los capítulos anteriores los caracteres de las formaciones sedimentarias, en cuanto á la distribucion de los fósiles y al depósito de materias inorgánicas, resta tratar de las consolidacion de las rocas estratificadas y de la petrificacion de los restos orgánicos que se encuentran en ellas.

Depósitos químicos y mecánicos. Los geólogos han establecido una distincion entre los depósitos químicos y los depósitos de orígen mecánico. Por estos últimos han querido designar los lechos de fango, de arena y de cantos, producidos por la accion del agua corriente, asi como la acumulacion de piedras y escorias lanzadas de los volcanes y caidas por su propio peso en el sitio que hoy ocupan. En cuanto á la materia que forma un depósito químico, no ha sido mecánicamente suspendida en el agua; ha permanecido en ella en estado de disolucion hasta el momento en que se ha separado del disolvente por una accion química. De esta manera es como el carbonato de cal se ha precipitado al fondo de los lagos y de los mares, bajo una forma sólida, como se ve aun hoy dia en muchas partes de Italia, en los puntos donde existen fuentes minerales, y donde se deposita la caliza que se llama travertin. En estos manantiales la cal es mantenida en disolucion por un exceso de ácido carbónico ó por el calor si es un manantial caliente, hasta el momento en que el agua saliendo de la tierra, se enfria y pierde una parte de su ácido. La materia caliza, cae entonces bajo forma sólida y cubre las conchas, los fragmentos de madera, de hojas, y las reune todas.

En los bancos de corales, las grandes masas de caliza se forman por la acumulacion de esqueletos petrificados de los zoófitos, y estos últimos lo mismo que las conchas, son reunidos por el carbonato de cal probablemente producido por la descomposicion de los corales muertos. La mayor parte de las conchas, aun las de los animales que viven todavía hoy en estos bancos son comunmente cubiertas por una costra dura de materia caliza.

Si la arena y los cantos son arrastrados al mar por un rio, y si son inmediatamente reunidos por el carbonato de cal, se puede asignar al depósito un orígen mixto, en parte químico y en parte mecánico.

Las observaciones que hemos hecho en el capítulo segundo, sobre la horizontalidad original de las capas, pueden aplicarse estrictamente á los depósitos mecánicos y en parte solamente á los de una naturaleza mixta. Los depósitos que son puramente químicos, se pueden formar sobre una pendiente muy escarpada, incrustar lo mismo las paredes verticales de una hendidura, y presentar por todas partes el mismo espesor; pero tienen todos una extension muy corta, y estan en su mayor parte limitados á venas.

Cimentacion de las particulas. En las rocas calizas sobre todo, es donde la solidificacion tiene lugar en el momento del depósito; en otras muchas la cimentacion no se verifica sino mucho tiempo despues de su formacion. Algunas veces en donde las aguas de los manantiales ferruginosos ó calizos, han atravesado un lecho de arena ó de guijo, se reconoce que el hierro ó el carbonato de cal ha penetrado los intersticios que se hallaban entre los granos ó las piedras y que el todo unido en conjunto no forma mas que una masa sólida, mientras que en otros puntos la misma clase de lecho ha permanecido movediza é incoherente.

Una cimentacion de este género se observa en cierta roca de Kelloway en el Wilsthire. Un banco particular de arena perteneciente al grupo que los geólogos llaman *oolita*, despues de haber presentado en una larga extension granos incoherentes de una masa quebradiza se vuelve pétreo cerca de Kelloway. En este distrito se pueden recoger muchas conchas fósiles descompuestas que en su mayor parte no han dejado mas que las impresiones, La materia caliza que ha resultado, ha servido indudablemente en una época antigua para cimentar granos de arena silíceos y producir un gres sólido. Si se sumergen en una disolucion de ácido muriático ó de cualquier otro, fragmentos de los diferentes gres arcillosos que han conservado los moldes de las conchas, el aumento de cal procedente de las conchas se disuelve y los gres se transforman inmediatamente en arena comun y en lodo.

Los vestigios de impresiones y de moldes son á veces muy débiles. En algunas arenas movedizas de fecha moderna, ciertas conchas han llegado á tal grado de descomposicion, que se hacen polvo en el momento en que se les toca. Es claro que el agua al filtrarse al través de estas capas ha despojado á las conchas de la materia caliza que las cubria, y que á falta de circunstancias particulares que hayan permitido al carbonato de cal depositarse de nuevo, no habiendo podido cimentarse los granos de arena, no han quedado indicios algunos que pudieran reconocerse de los cuerpos orgánicos que fueron sepultados. De esta manera se puede explicar la ausencia de restos orgánicos en ciertas rocas acuosas; pero tambien se puede suponer, que en muchas de estas rocas nunca han existido fósiles; porque se encuentran extensiones muy vastas en el fondo de los mares actuales aun de mediana profundidad, de las cuales no saca la draga fragmentos de conchas, de corales, ni de otra especie alguna de seres vivientes. Por otra parte, hay profundidades en que casi se halla extinguida la vida animal; por ejemplo, en el Mediterráneo á 230 bra-

zas segun las investigaciones del profesor Forbes. En el mar Egeo á una profundidad de mas de 230 brazas existe un depósito de limo amarillo de un carácter muy uniforme, muy parecido á la creta y desprovisto enteramente de restos orgánicos.

Poco mas adelante al tratar de la petrificacion de los cuerpos fósiles, veremos en qué consiste que la sílice y el carbonato de cal se hallan esparcidos de una manera tan general aunque en corta cantidad en las aguas que empapan la costra de la tierra; por ahora haremos notar solamente, que las aguas de esta naturaleza se encuentran en el mismo caso que las aguas termales; pasan de las partes mas calientes á las mas frias del interior de la tierra, y siempre que baja la temperatura del disolvente, la materia mineral tiende á separarse de él y á depositarse en forma sólida. Asi es como un cimento pétreo viene muchas veces á agregarse á la arena, á los cantos ó á cualquiera otra mezcla de fragmentos. En ciertos conglomeratos tales como la pudinga de Hertfordshire, se encuentran pedazos de pedernal y granos de arena tan fuertemente unidos por un cimento silíceo, que si se rompe un pedazo de peña, la rotura se verifica lo mismo en las piedras que en el espesor del cimento.

Es probable que muchas capas no se hayan consolidado sino en el momento de salir de las aguas en que habian sido depositadas y cuando han empezado á convertirse en tierra firme. Un hecho bien conocido parece confirmar esta idea; las piedras que se usan en la construccion de los edificios ó caminos públicos, son casi siempre mas blandas y mas quebradizas en el momento de sacarlas de la cantera, que despues de haber estado expuestas al aire; sin embargo, una vez secas, se pueden volver á colocar en el agua tanto tiempo como se quiera sin que vuelvan á su estado primitivo. Por esta razon se prefiere tallar las piedras destinadas á las obras de arquitectura mientras estan todavía tiernas y húmedas y contienen como se dice comunmente su *agua de cantera*; del mismo modo se parte la piedra destinada á los caminos mientras está blanda, y despues se la deja secar al aire algunos meses antes de extenderla en el camino. Se puede explicar este endurecimiento, suponiendo que el agua que penetra los mas pequeños poros de las rocas deposita por la evaporacion carbanato de cal, hierro, sílice, y otros minerales que se hallaban anteriormente en disolucion; estas materias llenan parcialmente los intersticios porosos, pierden al cristalizar toda libertad de movimiento, y unen entre sí las porciones de la roca que antes solo estaban reunidas por justa posicion.

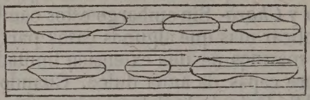
Con arreglo á este principio, la arena húmeda y el lodo se vuelven duros como la piedra cuando estan helados, porque uno de los ingredientes de la masa es decir, el agua, cristaliza de manera que une fuertemente todas las partículas separadas de que se componen la arena y el lodo.

El doctor Mac Culloch cita un gres de la isla de Skye que se puede modelar como pasta en el momento de su extraccion; los minerales que en nuestros gabinetes son rígidos y tan resistentes como el vidrio, han sido muchas veces flexibles y blandos en sus lechos primitivos; tales son, el asbesto, la sahlita, la tremolita, la calcedonia, y segun se cree el berilo.

La marga que se deposita hoy dia en el fondo del lago Superior en la América del Norte, es blanda y frecuentemente llena de conchas de agua dulce; pero si se hace secar un pedazo, se vuelve tan dura, que apenas se puede romper al golpe del martillo. Si se pudiera desecar el lago, se encontraria que el depósito que forma el fondo, consiste en capas de marga semejantes á las que se han observado en bastantes formaciones europeas y que contienen como ellas conchas de agua dulce.

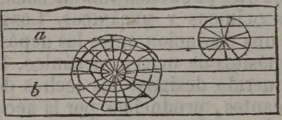
Es probable que algunas materias heterogéneas que los rios transportan á el mar, se solidifiquen inmediatamente bajo el agua como la mezcla artificial llamada puzzolana, la que consiste en arena fina volcánica, cargada de cerca de un 20 por 100 de óxido de hierro con una corta cantidad de cal. Esta sustancia se vuelve muy dura y forma una piedra que resiste sólidamente al agua; los romanos la usaban para los cimientos de las construcciones marinas.

En este caso la solidificacion se debe á la accion de la afinidad química sobre una materia en estado de partículas muy pequeñas anteriormente suspendida en el agua. Una vez terminado el depósito, estas partículas parecen ejercer sobre sí mismas una atraccion mutua; se reunen en ciertos puntos, y forman peñas, núcleos y concreciones. Asi en diferentes depósitos arcillosos se encuentran bolas calizas ó concreciones esféricas dispuestas en listas paralelas á la estratificacion general; esta disposicion se ha producido despues que el esquisto ó la marga han sido precipitadas en hojas sucesivas, porque muchas veces se distinguen en las concreciones algunas de estas hojas perfectamente marcadas y paralelas á la de la roca no solidificada que las rodea. Algunos de estos



núcleos de caliza suelen contraer á su centro una concha ó un cuerpo extraño.

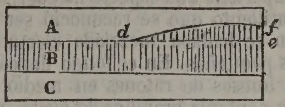
En el número de los ejemplos mas notables de estructura concrecionada, se hallan los que cita el profesor Sedgwick y que se observan abundantemente en la caliza magnésica del Norte de Inglaterra. Las bolas esféricas son en ella de tamaños diferentes, desde el de un guisante hasta el de algunos metros; todas tienen estructura concéntrica y radiada, y las atraviesan sin interrupcion listas del depósito original. En ciertos escarpados, esta caliza se parece á una larga fila irregular de balas de cañon. Algunas de estas masas globulosas tienen su centro en una capa mientras que una parte de su circunferencia atraviesa la capa superior é inferior.



Asi en la figura que acompaña, el mayor esferoide pasa desde la capa *b* á la capa *a* que está encima. En este caso se debe suponer que el depósito de una serie de lechos pequeños ha formado primitivamente la capa *b* y despues la capa *a*; entonces se ha verificado el movimiento de las partículas, y los carbonatos de cal y de magnesia se han separado de la materia mezclada mas impura que ha continuado formando la porcion no solidificada de la capa. La cristalizacion empezando en el centro ha debido producir alrededor del núcleo capas concéntricas que no tienen relacion alguna con la estructura hojosa de la roca.

Cuando las partículas de las rocas han sido modificadas de esta manera por fuerzas químicas, es algunas veces difícil y aun pudiera decirse imposible asegurar si ciertas líneas de division se deben al depósito original ó á la agregacion subsiguiente de las partículas.

Supongamos que tres capas de gres A, B, C, se hallan



igualmente cargadas de materia caliza y que B sea la mas caliza; si la solidificacion tiene lugar en B, la accion de concrecion debe invadir superiormente una porcion de A donde el carbonato de cal es mas abundante que en el resto del conjunto; de manera que una porcion *d*, *e*, *f*, que forma parte de la capa superior se unirá con B formando una masa pétrea sólida. Hallándose asi borrada la línea de division *de*, la línea *d f* será considerada como la superficie del lecho B aunque no sea un verdadero plano de estratificacion.

Presion y calor. Cuando se depositan en el fondo de un mar profundo arena y fango, las partículas no sufren todo el peso enorme del Océano que está sobre ellas, porque el agua que está mezclada con la arena y el lodo resiste á la presion con una fuerza igual á la de la columna líquida que descansa sobre ella. Lo mismo sucede con los restos orgánicos cuando llenos de agua, se depositan bajo una gran presion; de otro modo serian inmediatamente quebrantados ó aplastados. No obstante si los materiales de una capa permanecen en estado de blandura y no se solidifican, seran gradualmente aplastados por el peso de los otros materiales que se amontonaran sucesivamente sobre ellos, lo mismo que la arcilla blanda ó la arena movediza sobre la cual se construyera una casa no tardaria en hundirse y ceder. Por efecto de esta compresion las partículas de arena, arcilla y de mármol, pueden ser apretadas unas contra otras en un espacio menor y acabar por reunirse en masa compacta.

Efectos análogos de condensacion pueden verificarse cuando las partes sólidas de la costra terrestre son comprimidas en direcciones diferentes por los movimientos mecánicos que describiremos mas adelante y por los cuales han sufrido las capas una inclinacion ó han sido rotas ó elevadas sobre el nivel del mar. Las rocas compuestas de materiales sin consistencia pueden tambien al contacto de otras rocas que se han solidificado antes que ellas, haber sido comprimidas contra estas y haber adquirido una nueva estructura. Un descubrimiento reciente nos ayudará sin duda á comprender cómo un sedimento fino procedente del detritus de las rocas, puede solidificarse solo por la presion. Empezando á escasear el grafito ó mina de plomo del comercio, Brockedon ha imaginado recoger el polvo de las porciones mas puras del mineral y volver á formar con él una masa tan sólida y tan compacta como el grafito natural. Veamos su procedimiento; primeramente se prepara el polvo de grafito con cuidado, se le despoja de aire, y se coloca en una prensa de fuerza bien tapado y sobre una cuña de acero muy fuerte; se dan varias vueltas á la prensa, cada una de una fuerza equivalente al peso de mil toneladas y despues de esta operacion, la masa se halla tan perfectamente solidificada que se puede cortar para hacer lápices y en la fractura muestra la misma testura que el grafito nativo.

La accion del calor á diferentes profundidades de la tierra, es probablemente la mas poderosa de todas las causas que cooperan al endurecimiento de las capas sedimentarias. Volveremos á tratar de este asunto cuando hablemos de las rocas metamórficas y de la estructura esquistosa y hojosa.

Mineralizacion de los restos orgánicos. Los cambios que los cuerpos orgánicos fósiles han experimentado desde que fueron sepultados en las rocas, ilustran mucho acerca de la manera cómo se han solidificado estas capas. En algunos depósitos modernos, las conchas fósiles casi no han experimentado alteracion en algunos siglos fuera de la pérdida de su materia animal; pero en otros casos, la concha ha desaparecido dejando una impresion de su forma exterior, un molde de su forma interior, ó su propio molde.

Fácilmente se comprenderan estas diferentes formas de fosilizacion, si se examina el fango en el momento de sacarle de un estanque ó de un canal donde hay conchas. Si el fango es arcilloso, adquiere consistencia al secarse; y cuando se rompe un pedazo, se encuentra que cada concha ha dejado impresiones de su forma exterior. Si se quita la concha, se encuentran al interior un núcleo sólido de arcilla que tiene la forma del interior de aquella; esta forma es por lo general muy diferente de la forma exterior. Véase el molde *a* (fig. 47) que se refiere á la concha llamada comunmente *tornillo fósil*. Un conchiliólogo poco experimentado nunca podria suponer que esta es la forma interior del univalvo fósil *b* ni podria admitir á primera vista que la concha *a* y el molde *b* formaban parte de un mismo fósil. El lector observará en la figura *b* 48 que existe hoy un espacio vacío muy sombreado y ocupado en otro tiempo por la concha, entre la piedra y el molde ó impresion que reproduce el interior liso de las vueltas de la espira. La concha ha sido disuelta y las partículas que la componian han sido arrebatadas por el agua que ha filtrado al través de la roca. Si el núcleo hubiera desaparecido, se hubiera visto en su lugar una especie de molde hueco que reproduciria en relieve la forma exterior de la concha con sus tubérculos y sus estrías (*a* fig. 48). Si por otra parte el espacio que existe entre el núcleo y la impresion en lugar de estar vacío hubiera estado lleno de espato calizo, sílice, pirita, ó cualquier otro mineral, el molde hubiera dado una impresion exacta de la forma exterior tanto como de la forma interior de la concha original. Asi es como se han producido los moldes ó impresiones silíceas; y si la arena ó el lodo del núcleo son de naturaleza incoherente ó son solubles en el ácido se puede entonces obtener en la sílice una concha vacía que por su forma es exactamente lo contrario de la concha primitiva. Este género de molde recuerda esas estátuas de bronce que representan una forma superficial sin dar idea alguna de la organizacion interior. Pero hay otro ejemplo de petrificacion que es muy comun y de los mas maravillosos; se puede comparar á ciertos modelos de anatomía sacados en cera y que no solo reproducen las líneas y formas exteriores, sino tambien los nervios, las vasos sanguíneos y demás órganos interiores. Este ejemplo le ofrecen los corales originalmente calizos que han conservado en el pedernal no solo su forma general, sino tambien su organizacion interior hasta en los mas pequeños detalles.

Una petrificacion de este género, pero mucho mas notable todavía, se observa en la madera fósil, que conserva muchas veces no solamente los anillos que indican su crecimiento anual, sino tambien sus vasos mas pequeños y sus rayos medulares; se distinguen aun en ella las celdillas, las fibras, y hasta los vasos espirales que solo se ven con microscopio en los vegetales vivos. Entre muchos ejemplos puede citarse un árbol fósil de cerca de 22 metros de longitud que se ha encontrado en Gosforth, cerca de Neuwcastle, en una capa de arena asociada con carbon. Una abertura hecha al través y bastante pequeña para permitir el paso á la luz, ha dejado ver con un microscopio que aumenta cincuenta veces el volúmen de un objeto, la testura que representa la figura 49. Se ha observado una testura igualmente detallada en el leño de grandes troncos de árboles fósiles encontrados en la cantera de Craigleith cerca de Edimburgo; la pie-

dra no era en manera alguna silícea; contenia principalmente carbonato de cal, óxido de hierro, alúmina y carbono. Las líneas paralelas de vasos que se observan en la figura 49, representan los anillos de crecimiento anual; solo en un punto estos vasos se han conservado imperfectamente, y sin duda el leño habia sido deteriorado antes de que la materia mineralizante hubiera penetrado hasta aquella parte del árbol.

Para poder explicar el procedimiento de petrificacion en estos diferentes casos, es preciso en primer lugar admitir que las capas se hallan generalmente empapadas en agua cargada de cortas cantidades calizas y otras contenidas en disolucion. Mas adelante veremos de qué manera se empapan las capas.

Cuando una sustancia orgánica se encuentra expuesta al aire libre, á la accion del sol y de la lluvia, acaba por podrirse ó disolverse en los elementos mismos que la componen y que son principalmente el oxígeno, hidrógeno y carbono. La atmósfera absorbe muy pronto estos elementos ó bien son arrastrados por las aguas de modo que todo vestigio de animal muerto ó de planta desaparece. Pero cuando estas mismas sustancias se hallan sumergidas, se descomponen mas lentamente y si estan sepultadas en la tierra desaparecen mas insensiblemente todavía, como se puede ver muy bien por los ejemplos que nos presentan las maderas que encontramos en ella.

Asi pues, si á medida que cada partícula orgánica se desprende por la putrefacion para pasar al estado fluido ó gaseoso, otra partícula igual de carbonato de cal, de sílice ó de otro mineral, se halla pronta á depositarse, se puede presumir que la materia inorgánica irá á ocupar precisamente el lugar abandonado por la molécula orgánica. De esta manera no solo se obtendrá; 1° el molde interior de ciertos vasos, sino que las paredes de estos mismos vasos podrán seguir á descomponerse y experimentar una transformacion semejante. Sin embargo; cuando el todo se halla petrificado, nada le obliga á formar una masa homogénea, pétrea ó metálica. Algunos de los elementos orgánicos originales, leñosos, huesos ú otros, pueden permanecer mezclados en ciertos puntos, al mismo tiempo que la sustancia petrificante puede colorearse diferentemente en diversas épocas ó bien cristalizar de manera que reflejen de otro modo la luz; asi es como la testura del cuerpo primitivo puede ser fielmente representada.

Los principiantes preguntaran quizá si con arreglo á los principios de la química, podemos esperar que la materia mineral se precipite precisamente en los puntos mismos en que se verifica la descomposicion orgánica. Los experimentos curiosos que vamos á citar, serviran para ilustrar este punto. El profesor Gœppert de Breslau, ha tratado modernamente de imitar los procedimientos naturales de la petrificacion. Al efecto ha sumergido diferentes variedades de sustancias animales y vegetales en varias aguas, algunas de las cuales contenian en disolucion materia caliza, silícea, ó metálica. Al cabo de algunos dias ha observado que los cuerpos orgánicos asi sumergidos, se habian mineralizado en parte. Asi, pues, ha colocado en una disolucion medianamente concentrada de sulfato de hierro, tiras delgadas, longitudinales, de pino de Escocia (*pinus sylvestris*). Despues de haberlas dejado en el líquido durante algunos dias, las hizo secar, y luego las expuso á un gran calor hasta que la materia vegetal se consumió y no quedó mas que el óxido de hierro; este óxido habia tomado tan perfectamente la forma de la madera, que con el microscopio se veian distintamente hasta los vasos que son particulares á esta familia.

Otro experimento ha sido referido por Pepys, en las *Transacciones geológicas*. Un cántaro de barro, que contenia algunos litros de sulfato de hierro en disolucion, habia sido olvidado en un rincon de un laboratorio, por espacio de diez ó doce meses. Al cabo de este tiempo, cuando se examinó el líquido, se observó en la superficie una especie de cuerpo óleoso, y un polvo amarillento que se reconoció ser azufre; con este polvo se hallaba mezclada cierta cantidad de filamentos pequeños. En el fondo del cántaro se encontraron huesos de ratones en medio de un sedimento que contenia granillos de pirita, partículas de azufre, sulfato verde de hierro cristalizado, y en fin, un óxido de hierro negro y terroso. Indudablemente sucedió que algunos ratones que cayeron accidentalmente en el líquido, se habian ahogado en él, y que por la accion mutua de la materia animal y del sulfato de hierro, el sulfato metálico habia sido despojado de su oxígeno; lo cual habia ocasionado la precipitacion de las piritas y de los otros compuestos. Aunque los ratones no hubieran sido mineralizados ó convertidos en pirita, el fenómeno probó que las aguas minerales cargadas de sulfato de hierro, pueden desoxidarse al hallarse en contacto con la materia animal en putrefaccion; y cómo las piritas pueden formarse átomo por átomo, y en circunstancias favorables reemplazar al oxígeno, hidrógeno y carbono, en que el cuerpo original debia descomponerse.

El doctor Turner ha observado que cuando la materia mineral se halla en estado naciente, es decir, en el momento mismo en que se separa del estado de combinacion química, puede unirse mas pronto á otra materia, y formar un nuevo compuesto químico. Probablemente los átomos en el momento en que quedan en libertad, son de un volúmen infinitamente pequeño, se mueven con mas facilidad, y estan en una palabra, mas dispuestos á ceder á los menores impulsos de la afinidad química. Cualquiera que sea la causa, es preciso admitir, como hemos hecho anteriormente, que donde la materia orgánica nuevamente depositada en el sedimento, se descompone, los cambios químicos tienen lugar con una actividad mayor.

Se ha analizado últimamente el agua que fluye del rico fango que deposita el rio Hooghly, en el delta del Ganges despues de la inundacion anual, y se ha encontrado que está muy cargada de gas, ácido carbóbónico, que contiene cal en disolucion. Ahora bien, si se admite que este fango nuevamente depositado, pueda ser penetrado por una materia mineral en estado de disolucion, no será difícil comprender que los cuerpos orgánicos, sepultados naturalmente en el sedimento donde se descomponen, podrian petrificarse tan rápidamente como las sustancias sumergidas artificialmente por el profesor Gœppert, en sus diferentes mezclas líquidas.

Se ha reconocido que el agua de los manantiales, ó la que filtra continuamente al través de la costra terrestre, contiene casi siempre una ligera proporcion de hierro, de carbonato de cal, de azufre, de sílice, de potasa, ó de otros ingredientes terrosos, alcalinos ó metálicos. Los manantiales de agua caliente en particular, estan cargados de uno ó varios elementos, y que solamente en estas aguas es donde se encuentra la sílice en abundancia. Se puede pues en ciertos casos, sobre todo en las regiones volcánicas, creer que la sílice de los maderos silicificados y de los corales ha sido suministrada por las aguas de las fuentes termales. En otros casos, en el trípoli, por ejemplo, la sílice ha podido nacer en gran parte, sino en totalidad de la descomposicion de las diatomáceas, de las esponjas y de otros cuerpos. Si esto es asi, nos resta todavía averiguar de dónde procede que un lago ó el Océano puedan estar constantemente provistos y en tanta abundancia de la materia caliza y silícea de que les despojan para sus secreciones tantos seres vivos.

Respecto al carbonato de cal, no hay dificultad alguna para explicar su orígen, no solo porque lo

manantiales calizos son abundantes, sino tambien porque el agua de lluvia, cuando cae sobre un suelo donde existen materias vegetales en descomposicion, puede cargarse de cierta cantidad de ácido carbónico y adquirir asi la facultad de disolver una parte de las rocas calizas por donde corre. Los corales marinos y los moluscos encuentran pues en el agua de los rios la materia que constituye su concha y sus sustentáculos sólidos. La sílice pura por el contrario, aun cuando se hallara reducida á polvo impalpable y se la hiciera hervir mucho tiempo, es insoluble en el agua, excepto á una temperatura muy elevada. Sin embargo, el doctor Turner ha explicado muy bien en un ensayo sobre la química geológica, cómo la descomposicion del feldspato podia producir mucha sílice en disolucion. Ha hecho observar que la tierra silícea que constituye mas de la mitad del feldspato, se halla íntimamente combinada con la alúmina, la potasa y algunos otros elementos. La materia alcalina del feldspato tiene afinidad química por el agua, asi como por el ácido carbónico que existe en mayor ó menor abundancia en las aguas de muchos manantiales. El agua arrastra, pues, consigo, materia alcalina, y abandona á su paso, una arcilla compuesta de alúmina y sílice. Pero se reconoce que el resultado de esta descomposicion, que en su mayor estado de pureza recibe el nombre de arcilla de porcelana, no contiene mas que una parte de la sílice que existía en el feldspato primitivo; la otra parte debe por consiguiente haber sido disuelta y arrastrada, y esto de dos maneras; en primer lugar, porque la sílice cuando está combinada con un álcali, es soluble en el agua; y en segundo lugar porque esta misma sílice cuando se halla técnicamente hablando en su estado naciente, es igualmente soluble en el agua.

Esto es un manantial de alimentos para los rios y las aguas del mar. Las rocas feldspáticas se hallan generalmente esparcidas y constituyen una gran porcion de las formaciones volcánicas, plutónicas y metamórficas; aun cuando no se observen grandes masas de ellas, rara vez dejan de verse sus indicios en el guijo superficial ó en los depósitos de aluvion de la cuenca de los grandes rios.

La desagregacion de la mica, mineral que entra por tanto en la composicion del granito y de los diferentes gres, puede tambien producir sílice soluble en el agua; porque la mitad próximamente de este mineral está compuesta de sílice combinada con la alúmina, la potasa, y poco mas ó menos $^1/_{10}$ de hierro cuya oxidacion al aire es la causa principal de la descomposicion de la mica.

Mucho nos queda sin embargo que aprender todavía, antes de conocer completamente la transformacion de los cuerpos fósiles en piedra. Algunos fenómenos nos conducen á creer que la mineralizacion se verifica con una rapidez considerable, porque se encuentran perfectamente convertidos en pedernal tallos que han debido ser blandos, jugosos y de una naturaleza muy perecedera. Se conocen ejemplos de silicificacion completa de hojas tiernas de palmeras á punto de desarrollarse en el estado en que en las Indias occidentales se les da el nombre de palmita. Se puede preguntar sin embargo si en tales casos, el agua no ha poseido una cualidad antiséptica que ha retardado la putrefaccion preservando de toda alteracion las partes blandas de la sustancia sepultada como ha sucedido con la carne de ciertos cuerpos enterrados entre la turba.

Stokes ha citado varios ejemplos de petrificacion en los cuales se han conservado unas veces las partes mas perecederas, y otras las mas duraderas. Estas variaciones segun dicho autor han dependido del tiempo en que se ha introducido el mineral petrificante. Asi en ciertos tallos de palmera, el tejido celular, esa porcion tan delicada, se encuentra en un estado perfecto de conservacion al paso que todos los vestigios de la fibra dura del leño han desaparecido enteramente; los espacios que ocupaba han quedado vacíos ó se han llenado de ágata. Aquí la petrificacion ha debido manifestarse poco tiempo despues que la madera hubiera empezado á ser penetrada por la humedad; la materia mineral faltó, ó el agua se halla muy debilitada antes de la destruccion de la fibra del leño. Pero cuando solo esta fibra permanece visible debemos suponer que ha debido pasar un intervalo de tiempo, antes de empezar la petrificacion, y que durante este tiempo el tejido celular ha sido destruido. Cuando estas dos partes á la vez, el tejido celular y la fibra leñosa se han conservado, la operacion ha debido producirse instantáneamente y continuarse sin interrupcion hasta que ha sido completamente terminada.

CAPITULO V.

ELEVACION DE LAS CAPAS DEL MAR.—ESTRATIFICACION HORIZONTAL É INCLINADA.

LA TIERRA SE HA ELEVADO, EL MAR NO HA BAJADO. Hemos establecido que las rocas acuosas que contienen fósiles marinos, ocupan una grande extension sobre el continente; y que bajo forma de cadenas de montañas, se elevan á alturas considerables sobre el nivel del mar. Esto nos demuestra que los continentes de hoy dia han estado alguna vez bajo las aguas. Si admitimos esta conclusion debemos suponer, ó que las aguas del Océano han bajado, ó que las rocas sólidas en otro tiempo cubiertas por las aguas, se han elevado sobre el nivel del mar.

Los primeros geólogos que se hallaron reducidos á esta alternativa, adoptaron la primera opinion; pretendieron que el Océano habia cubierto en un principio la tierra; que despues habia bajado gradualmente hasta el nivel que hoy tiene, y que asi es como las islas y los continentes habian quedado en seco. Pareció mas fácil á estos geólogos suponer un descenso del agua, que admitir una elevacion por la que la tierra sólida se habria elevado á su posicion presente. Les fue imposible sin embargo imaginar hipótesis alguna satisfactoria para explicar la desaparicion de una masa tan considerable de agua de la superficie del globo; porque no se podria negar que el Océano ha cubierto con sus aguas todos los puntos elevados donde se descubren conchas marinas Sin embargo, á medida que fue progresando la ciencia de la geología, se hizo evidente que ciertas regiones del globo habian sido alternativamente fondo del mar; luego, tierra descubierta; luego, bahía; luego, otra vez mar; y por último, otra vez tierra habitable, despues de haber permanecido bastante tiempo en cada uno de estos estados. Para explicar semejantes fenómenos sin admitir movimiento alguno en la tierra, será preciso suponer varios retrocesos y crecidas del Océano; y aun esta teoría aplicable únicamente á los casos en que las capas marinas que componen la tierra firme son horizontales, dejaba sin explicacion los casos mucho mas numerosos en que las capas estan inclinadas ó encorvadas, posicion que evidentemente no es la que han ocupado en su orígen.

Los geólogos se vieron por fin obligados á recurrir á la otra alternativa; esto es: á la doctrina, segun la cual, la tierra ha subido y bajado sucesivamente cambiando muchas veces de nivel respecto del mar. Diferentes razones militan en favor de esta opinion; en primer lugar, puede explicar la posicion de esas masas elevadas de orígen marino y en las cuales la estratificacion es horizontal; puede explicar tambien la posicion de las capas que estan dislocadas, rotas, verticales, ó inclinadas. En segundo lugar está en

armonía con los experimentos que nos demuestran, que la tierra se eleva gradualmente en algunos puntos y se baja en algunos otros. Semejantes movimientos se verifican aun en nuestros dias; en ciertos casos han ido acompañados de violentas conmociones, mientras que en otros, se producen tan insensiblemente, que no se han podido demostrar sino por medio de las investigaciones científicas mas minuciosas hechas con grandes intervalos de tiempo. Por otra parte ningun experimento ha demostrado el descenso del nivel del mar, y el Océano no puede bajar en un punto, sin que su nivel se modifique al mismo tiempo en toda la superficie del globo.

Estas observaciones preliminares prepararan al lector á comprender el gran interés teórico de todos los hechos relativos á la posicion de las capas horizontales, ó inclinadas, encorvadas ó verticales.

La primera y mas sencilla de todas estas posiciones es, aquella en que las capas de orígen marino, se encuentran sobre el nivel del mar en una direccion horizontal. Tales son las que se ven al Sur de la Sicilia y que estan llenas de conchas pertenecientes á las mismas especies que las que viven en nuestros dias en el Mediterráneo. Algunas de estas capas se elevan á mas de 600 metros sobre el nivel del mar.

Otras masas de montañas igualmente compuestas de capas horizontales de una edad muy antigua, contienen restos fósiles de animales totalmente diferentes de los que existen hoy. Al Sur de la Suecia, por ejemplo, cerca del lago Wener, uno de los depósitos fosilíferos mas antiguos de la serie geológica designada en otro tiempo con el nombre de *depósito de transicion*, y hoy con el de *siluriano*, nos muestra lechos colocados como si hubieran formado muy recientemente parte del delta de un gran rio, y hubieran quedado en seco por el retroceso de los desbordamientos anuales. Rocas acuosas poco mas ó menos de la misma edad, se extienden á algunos centenares de quilómetros en el distrito de los lagos de la América del Norte, y muestran igualmente una estratificacion rara vez alterada. La montaña de la Mesa en el cabo de Buena Esperanza ofrece otro ejemplo de capas muy elevadas, y sin embargo perfectamente horizontales; esta montaña tiene mas de cien metros de altura, y está formada de gres de edad muy antigua.

En lugar de imaginar que estas rocas fosilíferas han ocupado siempre su nivel actual y que en otro tiempo el mar ha tenido bastante elevacion para cubrirlas con sus aguas, supondremos que en un principio han formado el antiguo lecho del Océano, y que despues han sido elevadas gradualmente hasta la altura que ocupan hoy. Esta idea por asombrosa que pueda parecer á primera vista se hálla sin embargo enteramente de acuerdo con la analogía de los cambios que se han verificado en nuestros dias, en ciertas regiones del globo. Asi en algunas partes de Suecia, en las orillas é islas del globo de Botnia, hay pruebas de que la tierra ha experimentado desde hace algunos siglos, y experimenta todavía, un movimiento lento de elevacion. Playfair ha emitido esta opinion en 1802; y en 1807, de Buch, despues de haber viajado por Escandinavia, afirma que la tierra se elevaba allí progresivamente. Celsio y otros escritores suecos habian anunciado ya, cien años antes, que un cambio gradual se operaba desde algunos siglos antes en el nivel relativo de la tierra y del mar. Habian atribuido este cambio á un descenso de las aguas del Océano y del Báltico. Esta teoría sin embargo se refutó desde que se hubo reconocido que el cambio de nivel relativo no ha sido jamás universal ni igual por todas partes. En ciertas comarcas se ha elevado algunos metros por siglo; en otras, algunos centímetros; mientras que en la parte mas meridional de la Suecia, en la provincia de Scania, la tierra ha perdido mas que ha ganado, como lo prueban antiguas construcciones que han descendido gradualmente bajo el nivel del mar.

Parece, segun las observaciones de Darwin y otros, que algunas partes mas extensas del continente de la América del Sur han experimentado una elevacion lenta y gradual, á consecuencia de la cual las llanuras continuas de la Patagonia cubiertas de conchas marinas recientes, y los pampas de Buenos Aires, se han elevado sobre el nivel del mar.

Por otra parte el descenso gradual de la costa Sur de Groenlandia, en una longitud de mas de 700 quilómetros, de Norte á Sur, en los cuatro últimos siglos, ha sido demostrado por las observaciones de un naturalista danés, el doctor Pingel. Mientras que estas pruebas de descenso y ascenso del continente por movimientos lentos é insensibles se recogen recientemente, otras pruebas se ofrecian diariamente por las violentas convulsiones que conmovian el país donde los temblores de tierra son frecuentes. Allí, las rocas se abren de tiempo en tiempo, se elevan ó se deprimen algunos metros cada vez, y son trastornadas de tal manera que la posicion primitiva de las capas es para siempre modificada.

Darwin ha demostrado tambien que en los mares donde abundan las islas circulares y los arrecifes de corales, se produce un descenso lento, pero continuo, de las montañas submarinas sobre que reposan las masas de corales, mientras que en otros puntos del mar del Sur, la tierra está mas bien dispuesta á alzarse y el coral se ha elevado mucho sobre el nivel del mar.

Seria preciso todo un volúmen para explicar al lector los hechos que establecen la realidad de estos movimientos de depresion y elevacion de la tierra, que son seguidos ó precedidos de temblores de tierra, ó bien que se verifican con lentitud y sin desórden local. Diremos solamente aquí que tales cambios forman parte del curso actual de la naturaleza; este principio una vez admitido, será suficiente para dar la clave de un gran número de fenómenos geológicos, tales como la elevacion de capas marinas horizontales inclinadas ó invertidas, y la superposicion de los depósitos de agua dulce á los depósitos marinos que describiremos mas adelante.

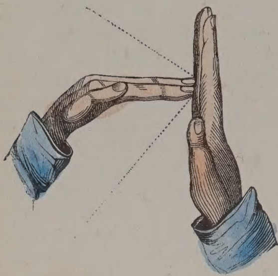
Se verá tambien despues cómo se explica por la doctrina del descenso continuo de la tierra, la manera cómo una serie de capas que se forman en las aguas bajas, pueden sin embargo acumularse en gran espesor. No se podria comprender la excavacion de los valles, ni los otros efectos de la *desnudacion*, si antes no se han apreciado detenidamente las pruebas de la elevacion ó del descenso de la tierra en grandes extensiones.

Para terminar debemos hacer notar que si abrazamos la doctrina que atribuye la posicion elevada de las posiciones marinas y la depresion de ciertas capas de agua dulce, á las oscilaciones del nivel de las aguas, en lugar de atribuirlas á las del nivel de la tierra, nos veriamos obligados á admitir que el Océano habria sido á veces menos profundo en toda su extension que lo es al presente, mientras que en ciertos puntos habria tenido cerca de cinco quilómetros de profundidad mas de los que tiene hoy.

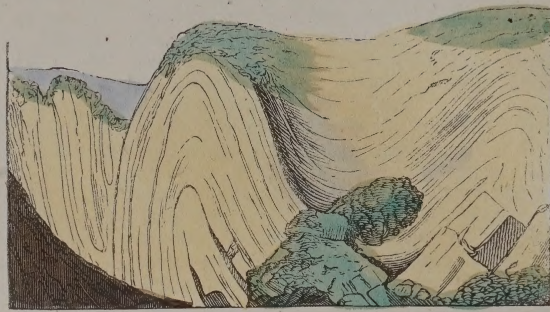
Estratificacion inclinada. La prueba menos equívoca de un cambio en la posicion primitiva de las capas, es la de la perpendicularidad de sus planos, que se observa frecuentemente, sobre todo en las comarcas montañosas. Asi se observan en algunos puntos de Escocia, lechos de pudinga alternados con fajas de arena fina y como ellas en posicion vertical. Cuando Saussure encontró por primera vez en los Alpes suizos ciertos conglomeratos en una situacion semejante, observó que los cantos casi todos de forma ovalada, tenian sus ejes mas largos paralelos á las

Geologia.

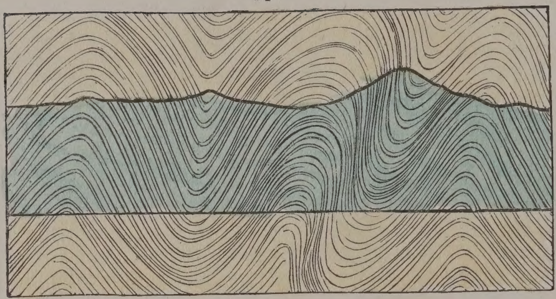
55



50



51



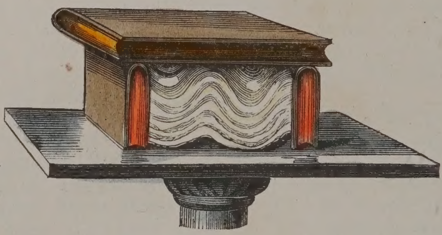
49



56



52



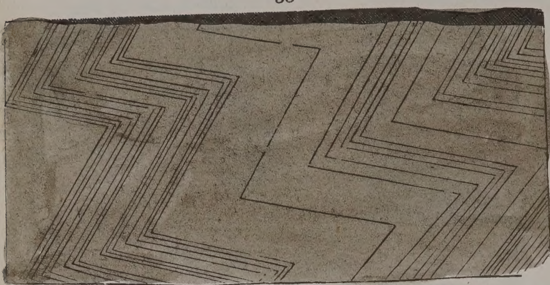
54



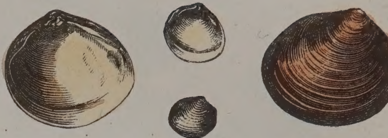
49. Testura de un árbol del terreno hullífero de Witham, aumentada de volúmen.—50. Capas de esquisto encorvadas cerca de St-Abb's Head, en Berwickshire.—51. Posicion de una serie de capas debajo y encima de las aguas del mar.—52. Experimento para explicar las curvas que forman las capas de los terrenos.—54. Horizontalidad aparente de las capas inclinadas.—55. Modo de medir el ángulo de inclinacion de las capas.—56. Corte que presenta la estructura del Jura suizo.

Geologia.

53



76



88



78





79



80

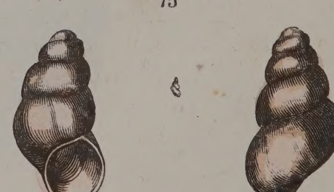
82



77



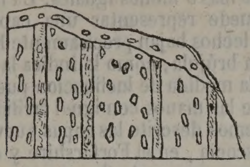
75



53. Flexiones en zig-zag de la hulla, cerca de Mons.—68. Caliza, pulimentada, surcada y eslriada por el hielo de Rosenlaui, en Suiza; *a*, *a* rayas blancas producidas por los granillos cuarzosos engastados en el hielo; *b*, *b* surcos.—75. *Paludina marginata.*—

76. *Cyclas* ó *Pisidium amnica.*—77. *Astarte Laurentiana*; *a* exterior; *b* interior de la valva derecha; *c* valva izquierda.—78 *Nucula Cobboldiæ.*—79. *Tellina obliqua.*—80 *Natica helicoides.*—82. *Pecten jacobæus.*

paredes de la estratificacion. De aquí dedujo que es-



tas capas debian haber sido en un principio horizontales, y que cada canto ovalado, habia debido originariamente estar descansado en el fondo del agua por su lado plano, por la misma razon que un huevo no puede permanecer de hecho sobre una de sus puntas, sino está sostenido por un punto de apoyo. Algunas de las piedras redondeadas presentan á veces en los conglomeratos una excepcion á esta regla por la misma razon que vemos en una playa cubierta de piedras algunas de estas que descansa sobre su punta; pero han sido colocadas en aquella posicion por las olas ó la corriente que las ha amontonado unas sobre otras.

Las capas verticales cuando se les puede seguir de una manera continua hácia su parte superior ó hácia su base hasta cierta distancia, parecen invariablemente formar parte de grandes curvas que pueden tener desde algunos metros hasta muchos quilómetros de radio. Se pueden citar en primera línea dos que afectan una gran regularidad; se ven en el Forfarshire donde se extienden en una superficie de 30 quilómetros, y mas en anchura desde el pié de los grampians hasta el mar, cerca de Arbreath.

Sir James Hall ha descrito perfectamente curvaturas de rocas todavía mas agudas y mas numerosas en un espacio igualmente limitado como se ve en la figura 50. Se observan cerca de Saint-Abb's Head en la costa oriental de Escocia donde la roca principal es un esquisto azul de superficie frecuentemente ondulada. Las ondulaciones de los lechos se prolongan desde la cumbre á la base de los escarpados que tienen de 60 á 90 metros de altura; en un espacio de unos 8 quilómetros se cuentan 16 curvaturas distintas alternativamente cóncavas y convexas hácia la parte superior.

Sir James Hall hizó un experimento para reconocer la manera cómo las capas habian sido conducidas á esta posicion despues de haber sido primitivamente horizontales. Colocó bajo cierto peso una serie de pequeños lechos de arcilla, y ejerció una presion bastante fuerte contra sus extremidades opuestas para obligarla á aproximarse una hácia la otra.

Habiendo quitado despues el peso, observó que los lechos se habian encorvado y doblado de modo, que se parecian en pequeño á las capas análogas de las rocas de Saint-Abb. Sin embargo, no se debe olvidar, que en las secciones naturales ó escarpadas marinas, no se ven mas que imperfectamente los dobleces; son invisibles bajo las aguas, y por otra parte se puede suponer, que su parte superior ha sido separada por la desnudacion, accion del agua que explicaremos en el capítulo siguiente. Las líneas negras de la fig. 51, representan la porcion de las capas visibles en el escarpado. Las líneas menos oscuras, designan la porcion oculta bajo el nivel del mar, asi como la que se supone haber existido sobre la superficie actual. Se formaria una idea aun mas aproximada de los efectos que la compresion puede producir sobre capas flexibles por medio del experimento siguiente: se colocan algunos pedazos de paño de diferentes colores sobre una mesa; despues de haberlos extendido horizontalmente, se cubren con un libro, se colocan otros dos libros á los extremos, y se aprieta todo. Los dobleces y curvas que formaran los pedazos de paño, reproduciran exactamente los que se ven en las curvaturas de las capas segun representa la fig. 52.

Difícil es resolver si estas curvaturas han sido el resultado de esfuerzos laterales de este género. En el caso de las rocas volcánicas y graníticas, podria creerse que algunas de ellas en el momento de la fusion habrian sido inyectadas en aberturas ó hendiduras, mientras que otras llegadas ya á un estado completo de solidez, habrian sido impelidas verticalmente al través de la costra superior de la tierra, lo cual ha debido causar un gran cambio de posicion en las capas flexibles.

Sabemos tambien por el estudio que se ha hecho de las comarcas sujetas á temblores de tierra, que existen de una manera permanente en el interior del globo, causas capaces de producir un descenso del suelo generalmente muy local, pero que á veces se extiende á una gran superficie.

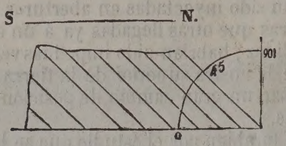
La repeticion frecuente ó la continuidad de estos movimientos de descenso durante largos períodos, parece indicar la formacion y renovacion de cavidades á cierta profundidad bajo la superficie, ya sea por efecto de un cambio de posicion de materias debido á la accion de los volcanes y de las fuentes termales, ya por la contraccion de las rocas arcillosas bajo la influencia del calor y de la presion, ya en fin, por cualquier otra causa. Cualesquiera que sean las conjeturas que se hagan sobre estas causas, es cierto que las capas susceptibles de doblarse, pueden cuando existen grados desiguales de esfuerzo, doblarse mas ó menos, y aparecer como si la compresion se hubiera ejercido súbitamente por un esfuerzo lateral.

Los *creeps*, nombre usado en las minas de ulla, ofrecen una demostracion de este hecho. En primer lugar, se puede establecer de una manera general, que la excavacion de la hulla á una profundidad considerable, hace bajar en masas el conjunto de las capas subyacentes, aunque se tome la precaucion de multiplicar los puntales que sostienen el techo de la mina. «En el Yorkshire, dice Buddle, se manifestaron tres hundimientos en la superficie del suelo, cuando se extrajeron los tres lechos de hulla subyacentes y se formaron multitud de hendiduras en el sentido vertical al través de las masas de gres y de esquisto arcilloso que sufrieron un aplanamiento proporcionado.» La cantidad exacta de depresion, no puede en este caso apreciarse exactamente sino en los puntos en que el agua se acumula ó en aquellos en que un camino de hierro atraviesa la cuenca hullífera.

Entre los lechos de esquisto arcilloso que acompañan á la hulla, se encuentran algunas veces hojas de helechos fósiles dispuestas con tanta regularidad como plantas secas entre las hojas de papel de un herbario. Estas hojas de helechos ó frondas cuando se depositaron primitivamente, debieron extenderse en sentido horizontal sobre el limo blando; se hallan hoy asi como los lechos de esquisto arcilloso inclinadas ó colocadas de canto, esto no puede ser sino por efecto de una alteracion subsiguiente. La prueba es palpable cuando estas capas conteniendo restos de vegetales se encorvan y vuelven á encorvarse ó se doblan muchas veces en forma de Z de tal manera, que se puede atravesar un gran número de veces la misma capa de hulla en el mismo pozo perpendicular. Asi es como en la cuenca ullífera cerca de Monseu en Bélgica estos dobleces en zigzag se repiten cuatro ó cinco veces como lo manifiesta la fig. 53, en la cual las líneas negras representan los lechos de hulla.

Bajada y direccion. Hemos usado y usaremos algunos términos técticos como *bajada*, *estratificacion discordante*, *líneas anticlinales*, *y sinclinales*, *direccion* de las capas, y debemos dar alguna explicacion acerca de estos términos. Cuando una capa ó lecho de rocas en lugar de ser perfectamente horizontal se inclina mas ó menos, se dice que baja; el punto de la

brújula hácia que se inclina se llama *punto de bajada*, y el número de grados que se separa de la línea horizontal, se llama *cantidad de bajada ó ángulo de inclinacion*. Así en el diagrama adjunto se ve la inclina-



cion de una serie de capas que bajan al Norte formando un ángulo de 45.° La *direccion* es la prolongacion ó extension de las capas en un sentido perpendicular á la bajada, y de aquí su nombre. Por ejemplo en el caso presente en que las capas bajan hácia el Norte, la direccion debe ser necesariamente al Este y Oeste. Los ingleses han tomado de los geólogos alemanes la palabra *strike* por medio de la cual designan la direccion: *streichen*, significa extenderse ó tener cierta direccion. Se pueden explicar exactamente estos dos términos bajada y direccion, figurándose una línea de casas que van del Este al Oeste. La longitud del tejado representaria la direccion de la capa de pizarras cuya bajada seria por un lado al Norte, y por otro al Sur.

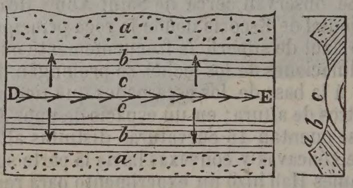
Una capa que es horizontal ó está á nivel en todos sentidos no tiene bajada ni direccion.

Siempre será importante para el geólogo que desea comprender la estructura y la conformacion de un país, estudiar la bajada de las capas en cada parte de su territorio; se necesita alguna práctica sin embargo para no cometer errores, tanto sobre el punto de bajada, como en el ángulo de inclinacion.

Si la superficie de una capa de piedra dura se encuentra á descubierto, ya sea en una cantera, ya al pié de una roca batida por las olas, es fácil determinar hácia qué punto de la brújula es mas rápida la pendiente ó en qué direccion correria el agua si se vertiera en la superficie; esta es la verdadera bajada. Pero los cantos de capas muy inclinadas pueden producir líneas perfectamente horizontales en la cara de una roca vertical si el observador ve estas capas siguiendo la línea de su direccion, porque la bajada se dirige hácia la parte de atrás del corte de la roca y es preciso que descubra en dicha roca una ruptura que sea una seccion exactamente perpendicular á la línea de direccion para reconocer la verdadera bajada. En la figura 54 se supone un cabo que por uno de sus lados mira al Norte y cuyos lechos parecerian horizontales á los ojos de una persona que se hallase colocada á cierta distancia en un barco, mientras que por el otro lado que mira al Oeste, un observador colocado en la orilla veria la verdadera bajada formando un ángulo de 40.° Si tenemos, pues, por todo campo de estudio, un escarpado vertical que no presenta mas que un solo lado, será necesario tratar de descubrir algun trozo ó porcion de plano de uno de los lechos que se adelanta mas allá de los otros á fin de asegurarnos de la verdadera bajada.

Rara vez hay necesidad de determinar el ángulo de inclinacion con una precision tal que sea necesario emplear el instrumento llamado *clinómetro*. Se puede medir este ángulo con muy pocos grados de diferencia de la manera siguiente. Se coloca uno en frente de la roca que presenta la verdadera bajada; se elevan las manos á la altura de los ojos, y se colocan los dedos de una de ellas en una posicion perpendicular, y los de la otra en una posicion horizontal como se ve en la figura 55. Es fácil entonces descubrir si las líneas de los lechos inclinados cortan en dos el ángulo de 90° formado por el encuentro de las manos, de manera que den un ángulo de 45°, ó bien si dividen el espacio en dos partes mas ó menos iguales. La línea puntuada superior, puede representar una capa que baja al Norte; si los lechos bajan precisamente hácia un punto opuesto de la brújula, como lo indica la línea puntuada inferior, la medida de inclinacion puede ser tomada por medio de las manos con igual facilidad.

Cuando hemos descrito las capas curvas de la costa Este de la Escocia, en el Forfarshire y el Berwiskire, se ha visto que una serie de curvaturas cóncavas y convexas podian ocasionalmente repetirse muchas veces. Forman ordinariamente una serie de sinuosidades paralelas que se prolongan en la misma direccion y en una extension considerable. Así en el Jura suizo, se ha probado que esta cadena elevada se compone de crestas paralelas separadas por valles longitudinales (fig. 56). Estas crestas estan formadas de capas fosilíferas encorvadas, cuya naturaleza y bajada se ven algunas veces en las gargantas profundas y transversales llamadas *cluses*, que han sido producidas por fracturas perpendiculares á la direccion de la cadena. Supongamos ahora que estas crestas y estos valles paralelos corren de Norte á Sur, y diremos que la *direccion* de las capas es Norte y Sur, y la bajada es Este y Oeste. Las líneas trazadas á lo largo de los vértices A y B, seran las líneas anticlinales, y las que siguen el fondo de los valles inmediatos serán las líneas sinclinales. Haremos observar que algunos de estos vértices A, B, son enteros mientras que uno de ellos, C, ha sido fracturado á lo largo de la línea de direccion, y que la desnudacion ha hecho desaparecer una parte, de manera que las crestas de los lechos en las formaciones *a*, *b*, *c* han sido puestas al descubierto, ó como dicen los mineros, *salen á flor de tierra* en los lados del valle. Se puede explicar por un diagrama, el pla-

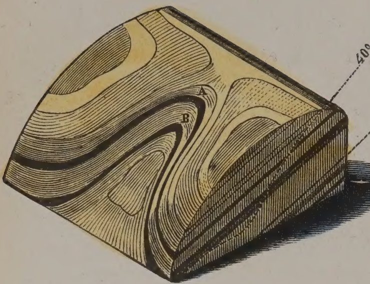


no de una de las crestas desnudas, tal como se la representaria en una carta geológica, y su seccion al través. La línea D E de la primera es la línea anticlinal á cada lado de la cual se verifica la bajada en una direccion opuesta como lo indican las flechas. La emergencia de las capas en la superficie del suelo, ha recibido de los mineros el nombre del *afloramiento* y en inglés el de *basset*.

Si en lugar de estar doblados en crestas paralelas, los lechos presentan una protuberancia en forma de joroba ó de bóveda, si suponemos tambien que el vértice de esta bóveda ha desaparecido, un plano de este caso particular haria ver los bordes de las capas formando una sucesion de círculos ó de elipses alrededor de un centro comun. Estos círculos serian las líneas de direccion, y la bajada, siendo siempre perpendicular á la direccion, se inclinaria todo alrededor del circuito hácia todos los puntos de la brújula, constituyendo así lo que los geólogos ingleses llaman *quaquaversal dip*, es decir; bajada hácia todos los puntos del horizonte.

Hay variaciones sin número en las figuras que describen los afloramentos de las capas segun sus diferentes inclinaciones y la especie de desnudacion que han sufrido. Uno de los casos mas elementales y que se encuentran con mas frecuencia, es el de la forma de U que presentan las capas que salen á flor de tierra en

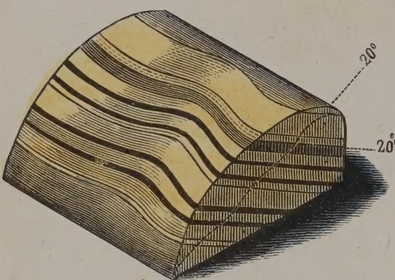
57



61



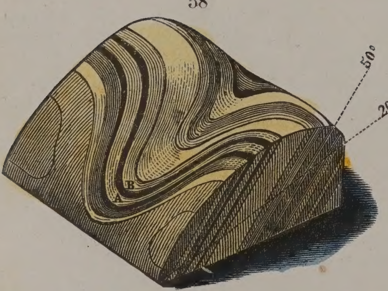
59



60



58



63



57. Inclinacion de un valle á 40°, bajada de las capas á 20°.—58. Inclinacion de un valle á 20° grados, bajada de las capas á 50°.—59. Inclinacion de un valle á 20°, bajada de las capas á 30°; las direcciones son opuestas.—60. Capas torcidas de los Alpes Iselten.—61 Valle llamado Gozzo degli Martiri, mas abajo de Melilli, en val di Noto.—63. Rocas del Norte en las islas Bermudas, fuera del gran arrecife de coral; A, 40 metros, 80 centímetros; B, 3, 66; C, C, excavaciones producidas por el mar.

un valle ordinario. En primer lugar si las capas son horizontales la disposicion en forma de U será tambien horizontal, y las capas mas recientes seran las mas culminantes.

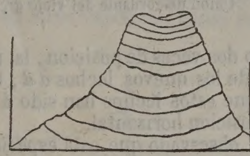
En segundo lugar, si los lechos estan inclinados y cortados por un valle que baja en la misma direccion, y si la inclinacion de los lechos es menor que la del valle, las U, como las llaman generalmente los mineros, iran á unirse hácia la parte alta (fig. 57), las cuales formadas por las capas mas recientes ocupan una posicion superior y se extienden mas arriba en el valle como se ve en la figura donde A, está mas alta que B.

En tercer lugar, si las capas estan mas inclinadas que el valle, las U dirigiran su punta hácia abajo (figura 58), y las que estan formadas por las capas mas antiguas pareceran superiores, como se ve en dicha figura donde B está mas arriba que A.

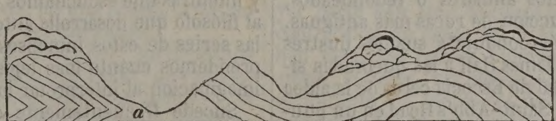
Finalmente cuando las capas bajan en una direccion contraria á la pendiente general del valle, cualquiera que sea el grado de inclinacion, las capas mas recientes pareceran las mas elevadas como en el primero y segundo caso. La última hipótesis está representada por la figura 59, en la cual estas capas se levantan formando un ángulo de 20° y son atravesadas por un valle que se inclina en una direccion opuesta bajo un ángulo de 20°.

Estas reglas pueden muchas veces ofrecer una gran utilidad práctica porque se pueden encontrar los diferentes grados de inclinacion que hemos representado en las figuras 57 y 58, siguiendo la línea media de flexion en espacios distantes algunos quilómetros unos de otros. Un minero que no estuviese familiarizado con todos estos accidentes y que hubiera explorado primero el valle que representa la figura 57, podria abrir un pozo vertical por debajo del lecho de hulla A, hasta encontrar el lecho inferior B; entonces pasaria al valle de la figura 58, y descubriendo tambien allí el afloramiento de los de los dos lechos de hulla, se expondria á empezar trabajos en el lecho superior con la esperanza de llegar inferiormente al otro lecho A, cuyo afloramiento habria observado mas abajo en el valle. Una sola ojeada sobre la seccion basta para poner de manifiesto el error en que caeria.

En la mayor parte de los casos un eje anticlinal forma una cresta y un eje sinclinal, un valle; pero hay algunas excepciones á esta regla, porque las capas se inclinan algunas veces hácia el interior en ambos lados de una montaña.

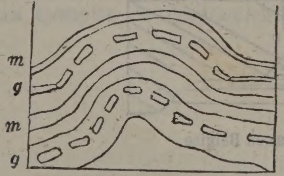


Al extremo occidental de los Pirineos se observan grandes curvaturas de capas en quebradas, que se componen de marga, de gres y de *chert*. En ciertos puntos como en *a*, las curvaturas del chert silíceo son



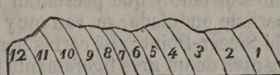
tan agudas que se sacan de ellas pedazos que sirven de tejas ó pizarras para cubrir las casas. Aunque en el momento en que sufrió este doblez, el chert no haya podido ser tan tenaz como lo es en la actualidad, presenta sin embargo por los puntos de mayor flexion, grietas que demuestran que estaba ya algo sólido en la época en que sufrió su cambio de posicion. Estas grietas no estan vacías sino llenas de calcedonia y de cuarzo.

Entre Santa Caterina y Castrogiovanni en Sicilia, se encuentran margas yesosas encorvadas ú onduladas, que contienen lechos delgados de yeso. Algunas veces estos lechos han sido rotos en fragmentos separados que conservan sus bordes agudos *g g*, mientras que la

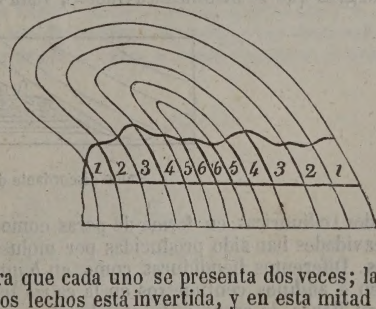


continuidad de las margas mas flexibles y dúctiles no ha sido interrumpida.

Terminaremos estas observaciones acerca de las capas encorvadas, haciendo notar que en las regiones montañosas como los Alpes, es generalmente difícil aun á cualquier geólogo experimentado determinar positivamente la edad relativa de los lechos, por la superposicion, estando las capas dobladas sobre sí mismas, y habiendo desaparecido las partes superiores por los efectos de la desnudacion. Si se encontraran, pues, capas como las representadas en esta figura,



se podria suponer que han existido doce lechos distintos, de los cuales el número 1 seria el mas moderno y el 12 el mas antiguo. Pero en realidad ha podido muy bien suceder que no existieran mas que seis doblados como lo manifiesta esta otra figura, de tal

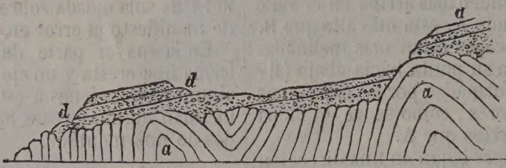


manera que cada uno se presenta dos veces; la mitad de estos lechos está invertida, y en esta mitad el número 1 que estaba originariamente en el vértice ocupa ahora el punto mas bajo en la serie. Esta clase de fenómenos se observan con mucha frecuencia y en grande escala en ciertas regiones de la Suiza en escarpados que tienen de 600 á 900 metros de altura perpendicular.

En el valle de Lutschine entre Unterseen y Grinde-

Iwald en los Alpes Iselten se ven capas torcidas de esquisto calizo que tienen de 300 á 400 metros de altura, y cuyos lechos bajan algunas veces verticalmente hasta una profundidad de 300 ó mas metros antes de encorvarse de nuevo (fig. 60). Se notan otras curvaturas que en nada ceden por sus dimensiones á las anteriores cerca de Gavarnie, al pié del monte Perdido en los Pirineos.

Estratificacion discordante. Se dice que las capas son discordantes, cuando una serie se halla colocada sobre otra de tal manera que el plano de la parte superior reposa sobre el corte de la inferior. En este caso es evidente que ha transcurrido cierto período entre la formacion de las dos series, y que durante este intervalo habiendo sido transtornada la mas antigua la serie superior se ha depositado en capas horizontales. Si los lechos superiores *d d*, se hallan igualmente inclinados, es claro que las capas inferiores *aa*



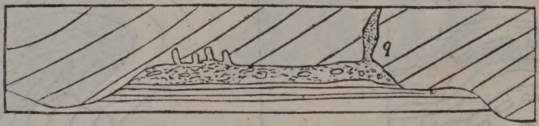
Union discordante del viejo gres rojo y del esquisto diluviano en Siccar-Point, en el Berwickshire.

han cambiado dos veces de posicion, la primera antes del depósito de los nuevos lechos *d d*, la segunda en la época en que estos lechos han sido á su vez separados de su posicion horizontal.

Playfair ha observado que esta especie de estratificacion habia sido ya descrita antes del tiempo da Hutton, pero que este sabio fue el primero que supo apreciar su importancia para la demostracion de la gran antigüedad y de las grandes revoluciones del globo. Hutton habia observado que donde estos contactos tenian lugar, los lechos inferiores de la nueva serie consistian generalmente en brechas ó conglomeratos compuestos de fragmentos anulares ó redondeados, procedentes de la destruccion de rocas mas antiguas. Un dia el geólogo escocés condujo á sus dos ilustres discípulos Playfair y sir James Hall á las quebradas situadas en la costa oriental de Escocia cerca de la aldea de Eyemouth no lejos de Saint-Abb's Head en un punto en que los esquitos de la cordillera de Lammermuir estan minados hácia su base y cortados por el mar. Las capas dobladas y verticales que se sabe pertenecen al terreno siluriano y que presentan muchas veces una superficie ondulada, se ven muy bien en el cabo llamado Siccar-Point; sus cortes penetran en lechos subyacentes de un gres ligeramente inclinado en el cual se hallan grandes pedazos de esquisto, unos redondeados y otros angulares unidos por un cimento arenáceo. «¿Qué prueba mas evidente, exclama Playfair de la formacion distinta de estas rocas, y del largo intervalo que ha separado las dos formaciones, que el verlas hoy salir del fondo de los abismos?» Necesariamente nos creemos transportados al tiempo en que el esquisto que pisamos se hallaba aun en el fondo del mar y el gres que se manifiesta á nuestra vista empezaba á depositarse en las aguas del Océano en forma de arena y de sedimento.

«Una época todavía mas lejana aparece naturalmente á nuestra imaginacion, y es aquella en que aun las mas antiguas de estas rocas en lugar de formar lechos verticales, estaban extendidas horizontalmente en el fondo del mar y no habian sido aun agitadas por esa fuerza inconmensurable que ha trastornado todas las partes sólidas del globo. Revoluciones mas y mas lejanas se desarrollan en esta inmensa perspertiva; nuestra imaginacion siente un vértigo cuando penetra tan profundamente en el abismo de los tiempos; y mientras que escuchamos con ánimo y admiracion al filósofo que desarrolla ante nuestra vista el órden y las series de estos inmensos acontecimientos, comprendemos cuánto mas lejos puede ir la razon que la imaginacion al interpretar los fenómenos.»

Sucede frecuentemente que en el intervalo que transcurre entre el depósito de dos grupos de capas discordantes, la roca inferior no solo ha quedado desnuda, sino que ademas ha sido perforada por conchas. Asi en Autreppe y en Gusigny, cerca de Mons en Bélgica, se ven lechos antiguos de caliza primaria ó paleozoica muy inclinados y generalmente encorvados que estan cubiertos de capas horizontales de margas agrisadas y blanquecinas de una formacion cretácea. El lecho inferior y por consiguiente el mas antiguo de la serie horizontal se halla ordinariamente formado de arena ó del conglomerato *a*, en los cuales se encuentran piedras de 25 á 30 centímetros de diámetro. Estas piedras suelen presentar conchas adheridas en su superficie, ó estan atravesadas por moluscos perforadores. La capa superficial de la caliza inferior ha sido igualmente agujereada y presenta



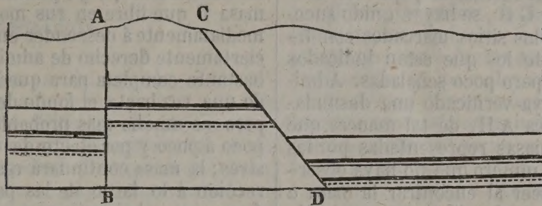
Union discordante de las capas cerca de Mons en Bélgica.

cavidades cilíndricas en forma de peras como en *c*; estas cavidades han sido producidas por moluscos saxicavos. Diferentes hendiduras como en *b* que descienden á algunos centímetros en la caliza han sido tambien llenas de arena y de conchas semejantes á las que se encuentran en la capa *a*.

Fractura de las capas y fallos. Se observan con frecuencia numerosas grietas en las rocas que parecen no haber sido mas que fracturadas, y cuyas partes separadas conservan sus relaciones mutuas; pero se encuentran tambien frecuentemente hendiduras de algunos centímetros, y aun de algunos metros de longitud que estan llenos de tierra y de arena, ó de fragmentos angulares que proceden evidentemente de las rocas inmediatas.

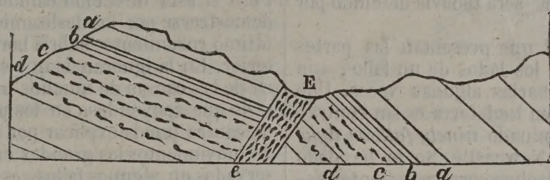
No es raro encontrar una masa de rocas que se sobrepone á uno de los lados de una hendidura, debajo ó encima de la masa con que se hallaba en otro tiempo en contacto regular. Esta disposicion se llama *deslizamiento* ó *fallo*. El minero, dice Playfair, describiendo un fallo, es frecuentemente detenido en su viaje subterráneo por una alteracion en las ca-

pas que le extravía de repente en medio de los jalones y puntales que habian hasta allí dirigido su curso. Cuando la mina que ha practicado llega á cierto plano perpendicular, como en A B, ú oblicuo al horizonte como en C D, encuentra lechos rotos; los de uno de los lados del plano han cambiado de sitio



Fallos: A, B, perpendicular; C, D, oblícuo al horizonte.

deslizándose en una direccion particular contra los otros lechos. A pesar de este movimiento, los lechos han conservado algunas veces una posicion normal como se ve en la misma figura y las capas de cada lado de los fallos A B, C D, continuan paralelamente unas á otras, en otros casos, las capas estan inclina-



E, e, fallo ó hendidura llena de restos á cada lado de los cuales, las capas inclinadas no son paralelas.

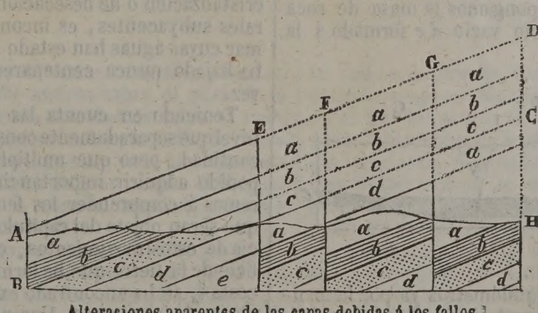
das á cada lado, como en *a*, *b*, *c*, *d*, y sin embargo su identidad subsiste todavía, porque poseen el mismo espesor y los mismos caracteres interiores.

En Coalbrook Dale, dice Prestwich, los depósitos de gres, de esquisto arcilloso, de hulla, que se elevan al espesor de algunos centenares de metros y se extienden sobre una superficie de algunos quilómetros, han sido rotos en fragmentos, los cuales despues se han colocado en posiciones enteramente discordantes y frecuentemente á niveles que difieren en algunos centenares de metros unos de otros. Los lados de los fallos, cuando son perpendiculares, estan habitualmente separados algunos metros; á veces mas de 40 metros cada uno, y los intervalos estan llenos de fragmentos de las capas. Siguiendo la direccion de un fallo, se notan á veces en sus diferentes puntos, variaciones muy desiguales de nivel; la diferencia es en un punto 90 metros, y en otro 200; estas variaciones proceden en algunos casos de la union de dos ó mas fallos. En otros términos, las capas desunidas se han hallado en ciertos distritos sometidas á movimientos repetidos que no han sufrido en otras partes.

En ciertas canteras de arena movediza y de guijo se encuentran ejemplos de deslizamientos enteramente semejantes, aunque en menor escala. La mayor parte han sido ocasionados por la desecacion y contraccion de capas arcillosas y de otro género, y han resultado ligeros hundimientos por la falta de apoyo; algunos, sin embargo, han podido producirse durante los temblores de tierra, porque esta ha sido agitada y su nivel relativamente al de los mares ha cambiado considerablemente durante el período en que se ha depositado una gran parte de la arena y del guijo de aluvion que cubren hoy la superficie de los continentes.

Ya hemos manifestado que en un país en que las capas se hallan trastornadas, el geólogo debia guardarse muy bien de considerar como repeticion alternada de rocas, la disposicion de ciertas capas continuas en otro tiempo, pero que han sido encorvadas de manera que se repiten varias veces en la misma inclinacion y el mismo corte. La presencia de una serie de fallos ha ocasionado con frecuencia semejantes errores; con un poco de experiencia será fácil evitarlos.

Supongamos, por ejemplo, que la línea A H representa la superficie de un país en que las capas A, B, C, afloran con frecuentes intervalos; un observador que marcha desde H hácia A podrá imaginar al principio

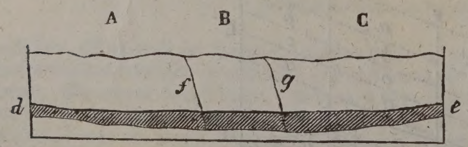


Alteraciones aparentes de las capas debidas á los fallos.

que encuentra á cada paso nuevas capas, mientras que solo hay una repeticion de los mismos lechos causada por hundimientos ó fallos verticales. Admitamos que en el orígen la masa A B C D haya sido una continuacion de capas inclinadas y que las diferentes masas E F, F G, y G D, se hayan unido sucesivamente dejando vacíos los sitios marcados con líneas de puntos, y llenando los que estan indicados por las líneas continuas, pero poco señaladas. Admitamos despues que se haya verificado una desnudacion á lo largo de la línea A H, de tal manera que hayan desaparecido las masas representadas por las líneas poco marcadas; un minero que no haya observado los fallos, podrá creer al encontrar la masa *a* (que supondremos ser un lecho de carbon repetido cuatro veces), que ha encontrado cuatro lechos explotables, hasta una profundidad indefinida; pero asi que llegue al fallo G, se encontrará repentinamente detenido en su trabajo; no hallará mas que las capas de gres *c*; al llegar á la línea de fallo F, se colocará en parte sobre el esquisto *b* y en parte sobre el gres *c*; en fin, al llegar á E, será todavía detenido por el muro de la roca *d*.

Las diferencias de nivel que presentan las partes separadas de las capas en los lados de un fallo, son verdaderamente extraordinarias algunas veces. Uno de los casos mas célebres en Inglaterra es sin contradiccion el que se ha denominado *ninety fathom dyke* en el distrito ullífero de Newcastle. Se le ha dado este nombre, porque los lechos correspondientes estan 90 brazas (164 metros) mas bajos al Norte que al Sur. El intervalo de la hendidura ha sido lleno por una masa de arena, que habiendo pasado al estado de gres ha recibido el nombre de *dyke*; este dyke generalmente muy estrecho, tiene sin embargo en ciertos puntos mas de 20 metros de anchura. Las paredes del fallo estan surcadas de ranuras, tales como las que hubieran podido producir fragmentos de róca muy frotados á lo largo de los planos de la hendidura.

En los fallos de Tynedale y de Crawen, al Norte de Inglaterra, la disposicion vertical ha sido mas considerable; la fractura se ha propagado horizontalmente hasta una distancia de 45 quilómetros ó mas. Algunos geólogos han imaginado, que el movimiento hácia arriba ó hácia abajo se efectuaria de un solo golpe y no por una serie de golpes repentinos é interrumpidos. Esta idea parece deducida, de que las ranuras siguen una sola direccion. Pero este hecho dista tanto de ser constante en los fallos, que se ha objetado frecuentemente á la teoría adoptada para estas superficies pulimentadas llamadas *superficies de deslizamiento*, el que las estrías eran muchas veces curvas é irregulares. Ademas, se ha notado, que no solamente las paredes, sino tambien el contenido de los fallos presentaba las mismas superficies pulimentadas y estriadas. Ahora bien; estas circunstancias parecen indicar cambios parciales en la direccion del movimiento y en los deslizamientos que han ocurrido despues de llenas las hendiduras. Supongamos la masa de roca ABC, que cubre el espacio vacío *d e* formado á la



profundidad de algunos quilómetros ya por la contraccion gradual de una materia fundida, liquidada en su paso al estado sólido ó cristalino, ya por la contraccion de capas arcillosas cocidas bajo la influencia de un calor moderado, ya en fin, por una sustracion de materia, resultado de una accion volcánica ó de cualquier otra causa. Si sobrevienen temblores de tierra que vengan despues á agitar estas regiones, las hendiduras *f*, *g*, podran separar de A y de C la masa B que libre en sus movimientos empezará inmediatamente á descender en el espacio vacío *d e*. Hay ciertamente derecho de admitir, que una fractura sea bastante completa para que la masa B pueda penetrar de una vez hasta el fondo de la cavidad subterránea; pero es mucho mas probable que no se hunda sino poco á poco y por efecto de temblores de tierra sucesivos; la masa continuará resbalando en la misma direccion á lo largo de las paredes de las hendiduras *f*, *g*, y sus bordes se romperan y trituraran mas y mas á cada nueva convulsion. Si como es muy posible las circunstancias que han ocasionado la caida del apoyo de la roca, continuan su accion, podrá muy bien suceder que una vez llena la cavidad por la masa B, sus cimientos se hundan de nuevo bajo su peso y continúe descendiendo en la misma direccion. Pero si esta direccion cambiara, el hecho no podria demostrarse por los deslizamientos, en razon á que el último rozamiento habria borrado las señales del anterior. En la ignorancia que existe actualmente acerca de las causas de muchos hundimientos, una hipótesis que apoyándose en los principios rigorosos de la mecánica pueda explicar por medio de una sucesion de movimientos los grandes cambios de posicion observados en algunos fallos, es muy preferible á la que presenta cada fallo como resultado de una sola sacudida ó de un hundimiento repentino de algunos millares de metros.

Sabemos ademas, que en nuestros dias se verifican á grandes profundidades en el interior del globo, acciones en virtud de las cuales, ciertas extensiones de tierra se elevan sobre su primer nivel; que estos fenómenos se realizan unos lenta é insensiblemente, y otros de repente y por sacudidas en algunos centímetros ó algunos metros cada vez; no hay pues razon alguna para pensar que en los 3,000 años que nos han precedido, tales regiones se hayan elevado ó hundido en una sola vez algunos centenares, y mucho menos aun algunos millares de metros.

Cuando lleguemos á la descripcion de las formaciones marinas antiguas, el exámen de su estructura y de los cuerpos orgánicos que contienen, nos hará reconocer, que en la época de su orígen, el lecho del Océano descendia lentamente. Este movimiento de descenso ha sido enteramente gradual, y en el Galles asi como en las partes de Inglaterra contiguas á este último país, se ha formado un espesor de mas de 9 quilómetros de rocas carboníferas de vonianas y silurianas, mientras que el lecho del mar se hundia tranquilamente de una manera continua.

Cualquiera que sea la naturaleza de los cambios que el suelo ha sufrido y que estos cambios hayan sido acompañados de fusion, de solidificacion, de cristalizacion ó de desecacion de las materias minerales subyacentes, es incontestable que el fondo del mar cuyas aguas han estado constantemente bajas, no ha bajado nunca centenares de metros de una sola vez.

Teniendo en cuenta las repetidas variaciones de nivel que separadamente consideradas han sido en corta cantidad, pero que multiplicadas por el tiempo han podido adquirir importancia en su conjunto, llegaremos á comprender los fenómenos de desnudacion que seran objeto del capítulo siguiente. A consecuencia de estos movimientos, cada porcion de la superficie de la tierra que ha formado á su vez una línea de costas, se ha encontrado expuesta á la accion de las olas y de las mareas. Una region sometida á esta especie de oscilaciones, jamás puede llegar á un estado perfecto de equilibrio, porque la accion que ejercen

los rios y los torrentes para remover y excavar el suelo y las masas de rocas, es incesante en su energía.

CAPITULO VI.

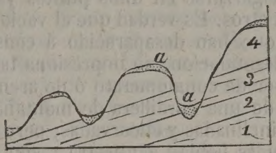
DESNUDACION.

La desnudacion de que se ha tratado accidentalmente en los capítulos anteriores, consiste en una traslacion de la materia sólida por el agua en movimiento, quedando por consiguiente desnudas ciertas rocas subyacentes. Los geólogos han tenido quizá muy poco en cuenta esta accion, cuya influencia sobre la estructura de la corteza terrestre no ha sido menos importante ni menos universal que la sedimentacion misma; porque la desnudacion contribuye invariablemente á la produccion de todas las nuevas capas de orígen mecánico. La formacion de cada nuevo depósito por el transporte de sedimento y de cantos rodados, prueba necesariamente que se ha verificado en tal ó cual punto una desagregacion de la roca en fragmentos redondeados, arena ó limo igual en cantidad á las capas nuevas. Todo depósito pues, salvo el caso en que se deba su formacion á una lluvia de cenizas volcánicas, indica una desagregacion superficial en un punto cualquiera, y en otra parte un crecimiento correspondiente. Lo que aparece ganado en un lado, equivale á la pérdida experimentada en otro. Aquí han bajado las aguas de un lago, allá se ha abierto un barranco profundo; en tal punto se ha elevado el lecho del mar por la acumulacion de nuevas materias; en tal otro, ha aumentado su profundidad por efecto de sustracciones igualmente considerables.

Un edificio despierta naturalmente en nosotros la idea de la cantera de donde se han sacado las piedras; pues bien, las hiladas de aquel edificio pueden compararse á las capas sucesivas, y la cantera á una quebrada ó á un valle desnudo; si las capas sedimentarias han sido como los lechos de piedras depositadas gradualmente unas sobre otras, del mismo modo la excavacion del valle y la de la cantera se han verificado tambien gradualmente. Para llevar aun mas lejos la comparacion, asimilaremos los montecillos de limo, de arena y de guijo, llamados habitualmente aluviones, á los fragmentos de las canteras arrojados como inútiles por los obreros, ó que habiendo caido en el camino desde la cantera á la construccion, yacen dispersos por el suelo.

Si pues la masa de los depósitos estratíferos en la costa terrestre puede servir á la vez de monumento y de medida de la desnudacion que se ha producido, en cuán inmensa escala no deben presentarse las señales de este transporte de materias asi removidas en los tiempos mas antiguos.

Diferentes clases de fenómenos demuestran de la manera mas palpable la extension de las superficies desnudas por la fuerza erosiva del agua. Citaremos en primer lugar, los valles sobre cuyas dos vertientes se siguen unas mismas capas en el mismo órden, con la misma composicion mineralógica, y los mismos fósiles. La presente figura nos ofrece un ejemplo de varias formaciones, como son: 1.° conglomerato: 2.° arcilla: 3.° gres: 4.° caliza: las cuales se reproducen en una serie de columnas separadas por valles de profundidad variable.



Cuando se examinan las partes subordinadas de estas cuatro formaciones, se reconoce en cada una de ellas lechos distintos que por su composicion y por su órden se corresponden en los costados opuestos de los valles. Sin duda alguna, estas capas han sido primitivamente continuas, y alguna causa ha separado las porciones que unian en otro tiempo la serie. Un torrente que se precipita sobre la vertiente de una montaña, produce semejantes soluciones de continuidad, y cuando se practican terraplenes para nivelar los caminos, se ponen al descubierto lechos que se corresponden tambien á cada lado de las zanjas. La única diferencia es que en naturaleza estos fenómenos se producen en el seno de montañas que tienen millares de metros de elevacion, y que estan separadas unas de otras por espacio de algunos quilómetros de extension.

El doctor Mac Culloch ha descrito un magnífico ejemplo que existe en la costa de Ross-shire en Escocia. La roca fundamental de esta comarca es un gneis en capas dislocadas sobre las cuales reposan en estratificacion discordante lechos casi horizontales, de gres rojo. Estos lechos son comunmente muy delgados, y forman verdaderas tablas de superficie distintamente ondulada. Terminan de una manera re-



pentina en los costados de varias montañas aisladas, que se elevan hasta 600 metros sobre el gneis de la llanura inmediata, y hasta 900 metros sobre el mar, altura á la cual llegan casi todos los picos. En cuanto á la elevacion de la base del gneiss, varía bastante para que las porciones inferiores del gres ocupen diferentes niveles. El espesor de la masa es tambien variable y excede á veces de 900 metros.

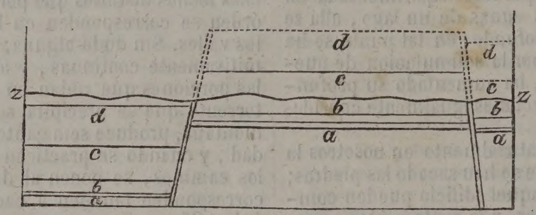
Es imposible ver estas partes esparcidas y separadas, sin suponer que toda la comarca ha estado en otro tiempo cubierta de una inmensa capa de gres, y que han desaparecido masas del espesor de 300 á 900 metros. En el *Survey of Great Britain*, el profesor Ramsay ha demostrado que los lechos arrebatados de las colinas de Mendip, han debido tener cerca de 1,500 metros de espesor. Ha señalado espacios considerables en el Sur del país de Galles, y en algunos de los condados adyacentes de Inglaterra, donde series de capas primarias ó paleozóicas que tenian no menos que 3,350 metros de espesor, han sido completamente separadas, y cuyos restos transportados sucesivamente hácia nuevas regiones, han entrado en la composicion de formaciones mas modernas. Por otra parte, se halla demostrado en la misma obra que las capas palezóicas tienen de 6,000 á 9,000 metros de espesor. Indudablemente tales rocas formadas de limo y de arena, y hoy solidificadas en gran parte, son los monumentos de acciones desnu-

dantes que se han producido en grande escala en una época muy remota de la historia de la tierra. Ahora bien, todo lo que se halla esparcido sobre una superficie, no ha podido ser tomado sino de otra superficie; esta es una verdad evidente, y que conviene no olvidar, aunque se admita en ciertos sistemas geológicos, que la costra exterior de la tierra ha aumentado siempre de espesor por la acumulacion sucesiva de la materia sedimentaria, como si las nuevas capas no hubieran sido siempre producidas á expensas de rocas preexistentes, estratificadas ó no.

Reflexionando detenidamente sobre el hecho de que todo depósito de orígen mecánico implica el transporte de una cantidad de materia sólida, procedente de alguna otra region, se concibe cómo la porcion pétrea exterior de nuestro planeta ha debido en todo tiempo adelgarzarse en unos puntos y aumentar de espesor en otros. Es verdad que el vacío formado por las rocas que han desaparecido á consecuencia de una gran desnudacion, no impresiona tanto como un gran espesor de conglomerato ó de arena, ó bien la presencia de una cordillera de montañas con todas sus capas inclinadas y encorvadas; pero estas superficies desnudas hablan á nuestra razon un lenguaje que tiene tambien su claridad y su elocuencia; y asi como los lechos repetidos de numenitas, de corales, ó de conchas fósiles, asi como los abundantes lechos de hullas que reposan sobre su base de arcilla llena de raices de árboles aun en su posicion natural, asimismo los fenómenos de la desnudacion demuestran lo infinito del tiempo empleado en producirlos.

Nadie duda que los fósiles sepultados en todas estas clases de rocas, pertenecen á varias generaciones sucesivas de plantas y de animales. Cada depósito sedimentario demuestra pues, igualmente, una accion lenta y gradual y las capas sirven no solo para calcular la cantidad de desnudacion efectuada en el mismo tiempo sobre otro punto, sino tambien para indicar con exactitud la extension de las superficies desnudas.

Quizá las superficies desnudas de los distritos donde se observan anchos fallos, son las que dan testimonios mas manifiestos de desnudacion en grande escala. Hemos manifestado anteriórmente cómo se han podido reconocer masas angulares de rocas en las superficies colocadas anteriormente sobre grandes fallos; aunque en realidad el hecho se presenta raras veces, se puede sin embargo observarle fácilmente en ciertas localidades donde la hulla ha sido explotada en una gran extension, pudiendo allí determinarse con gran exactitud las relaciones primitivas de capas que han cambiado de posicion. Puede citarse como ejemplo la cuenca hullífera de Ashby de la Zouch, en el Leicestenshire; en ella se ve un fallo en uno de cuyos cos-



Fallos y capas hullíferas desnudas en Ashby de la Zouch.

tados los lechos de hulla *a*, *b*, *c*, *d*, se elevan á la altura de 150 metros sobre los lechos que les corresponden en el otro lado. Podria deducirse que las capas que ocupan el nivel superior, forman una eminencia de 150 metros sobre la superficie general del país; pero no hay nada de esto, y la línea *zz* que la expresa, prueba por el contrario que se halla uniformemente ondulada y sin rotura alguna; en cuanto á la masa que indica la línea de puntos, ha debido ser arrancada. Ejemplos análogos se encuentran en algunas comarcas llanas donde han sido arrebatadas masas gruesas de capas en extensiones de algunos quilómetros cuadrados. En el distrito hullífero de Neweastle, se han descubrierto fallos en que el movimiento de elevacion y depresion no ha sido menor de 250 metros; estos fallos si hubiesen afectado proporcionalmente la configuracion general de la superficie, habrian producido montañas con pendientes escarpadas de mas de 300 metros de elevacion ó abismos de igual profundidad, mientras que el nivel actual de la comarca ha permanecido enteramente uniforme y no presenta indicio alguno de movimientos subterráneos.

El suelo de donde han sido arrancadas estas materias, presenta generalmente en su superficie montecillos de arena y de guijo formados de fragmentos de rocas que han desaparecido. En los distritos arriba mencionados, estos montecillos estan compuestos de fragmentos angulosos ó redondeados de gres duro, de caliza, de mineral de hierro; de esquistos quebradizos en corta cantidad, y aun de pedazos de hulla.

Ya hemos tratado de la dislocacion y de la discordancia de las capas carboníferas de Cooalbrook Dale. El minero no puede avanzar en ellas tres ó cuatro metros sin encontrar deslizamientos, y de tiempo en tiempo, fallos que han cambiado la posicion de las rocas en algunos centenares de metros de altura ó de profundidad; sin embargo, no se distinguen las desigualdades superficiales á que primitivamente deben haber dado orígen estas masas dislocadas, y el estado relativo de nivelacion de la superficie, no puede hoy explicarse como lo observa Preswich, sino suponiendo que las aguas han arrebatado las partes fracturadas. Es claro, asimismo, que las capas de gres rojo de un espesor de mas de 330 metros, que en el mismo país cubrian en otro tiempo la hulla, han sido arrebatadas en grandes superficies. No puede dudarse que el agua haya sido el agente de este fenómeno, porque las rocas han cedido en proporcion á su diferente grado de dureza; el trapp duro de Wrekin y de otras colinas, por ejemplo, ha resistido mas que los esquistos ó los gres blandos, y subsiste aun hoy con su relieve primitivo.

Orígen de los valles. Algunos geólogos antiguos y entre ellos el doctor Hutton, han sido de opinion de que los rios en general habian abierto sus propios valles. Esto es cierto sin duda alguna, tratándose de arroyos y de torrentes que alimentan grandes corrientes de agua, que bajando por pendientes rápidas estan sujetos á crecidas y disminuciones temporales. Tambien puede admitirse que la cantidad de limo, de arena y de piedra que constituye un gran número de deltas modernos, es bastante considerable para demostrar que una gran porcion de las desigualdades que hoy dia existen en la superficie de la tierra, se deben á la accion de los rios; pero los valles principales en casi todas las grandes cuencas hidrográficas del mundo, indican por su forma y su extension que no

han podido ser producidas por la sola fuerza de excavacion de los rios.

Algunos geólogos se han imaginado que un diluvio ó una sucesion de diluvios podia haber sido el principal agente de esta desnudacion; han admitido una serie de cataclismos ocasionados por alzamientos instantáneos de continentes ó de cordilleras de montañas. Pero aun concediendo que se hayan verificado tales alzamientos repentinos del fondo del Océano, y suponiendo que la consecuencia de cada convulsion, hayan sido grandes cataclismos, no es fácil explicar por medio de una hipótesis tan gratuita todos los fenómenos que sorprenden nuestra vista.

Una accion de órden muy diferente parece por otra parte haber sido capaz de producir efectos tan considerables. Hemos establecido anteriormente que el alzamiento ó depresion de porciones extensas de la costra terrestre, entraban en el curso actual de las cosas, de cualquier manera que estos fenómenos hayan sucedido; que hayan sido insensibles ó producidos por sacudidas instantáneas y repetidas, nos es pues, fácil comprender, cómo la tierra ha sido, durante estos movimientos, abierta por las olas del mar. Lo mismo que las masas de montañas, que durante el transcurso de los años pueden haber sido formadas capa á capa y por sedimentacion, otras masas no menos voluminosas, han podido, en el mismo tiempo, ser arrebatadas milímetro por milímetro. Tal seria el caso, por ejemplo, en que lechos de materias inherentes se hubieran elevado lentamente en un mar abierto y expuesto á fuertes corrientes. Se sabe que ciertas corrientes del Océano, tienen hasta 300 quilómetros y mas de anchura, á veces una longitud de algunos millares de quilómetros, y que conserven una rapidez considerable, aun á la profundidad de algunos centenares de metros. En tales condiciones, las aguas corrientes pueden haber desgastado, arrastrado capas de materias incoherentes, á medida que se elevaban y se aproximaban á la superficie donde las olas obraban con mayor fuerza; depósitos voluminosos pudieron ser tambien totalmente arrastrados, de tal manera, que en ausencia del fallo, no existe hoy prueba alguna de desnudacion. Es, pues, lícito, afirmar que el trabajo de destruccion ha dejado tantas menos huellas, cuanto mas completo ha sido, porque el aniquilamiento de ciertas masas ha debido ser tal, que no se encuentran ni aun las ruinas de las rocas que las constituian en otro tiempo.

Aun cuando la desnudacion haya dado por resultado nivelar cortas regiones compuestas de capas dislocadas y rotas, mas ordinariamente ha producido desigualdades de superficie, especialmente en las comarcas donde la estratificacion es horizóntal. La configuracion general de estas comarcas es la de plataformas unidas, interrumpidas por valles frecuentemente de una profundidad considerable y que se ramifican en varias direcciones. Estas fragosidades han debido formar en otro tiempo bahías y canales entre islas, y lo mas escarpado de las laderas de cada valle, ha debido ser un precipicio que las aguas han minado en el transcurso de los siglos, al mismo tiempo que la tierra se elevaba gradualmente del fondo del Océano. Se puede suponer que el sitio y direccion de cada depresion, han sido primitivamente determinadas por la diferencia de dureza de las rocas, y por las hendiduras y junturas que se encuentran de ordinario, aun en las capas horizontales. En las cadenas de montañas tales como el Jura, se puede admitir que los valles principales no han sido abiertos por las aguas, sino que son debidos á movimientos mecánicos que han doblado las rocas en la forma que presentan actualmente; sin embargo, se ven algunos fondos que indudablemente han sido abiertos por el agua. Se puede pues establecer, que la desigualdad de la superficie de las tierras, debe en general atribuirse á la accion combinada de los movimientos subterráneos, y de la desnudacion.

Recapitulemos ahora algunas de las deducciones que pueden hacerse de lo expuesto; en primer lugar, todas las capas de formacion mecánica, se han producido por una acumulacion gradual, y la desnudacion que las ha acompañado ha sido igualmente gradual; en segundo lugar, la tierra firme de hoy dia se compone en gran parte, de capas formadas primitivamente en el fondo del mar, y que despues de haberse elevado han adquirido su altura actual por efecto de una fuerza que actúa debajo; en tercer lugar para dar cuenta de las desnudaciones extensas y graduales, no se podria imaginar ninguna combinacion de causas tan eficaz como la accion de las olas y de las corrientes del Océano, sobre una tierra que se eleva lentamente de sus abismos.

Si adoptamos estas conclusiones, naturalmente vendremos á buscar, alrededor nuestro, indicios de la antigua permanencia del mar sobre la tierra, especialmente cerca de las costas donde se ha operado la última retirada de las aguas, y no faltaran estos indicios á nuestras observaciones.

Ya tendremos ocasion de hablar de los antiguos precipicios, hoy dia apartados de la mar, al Sudeste de la Inglaterra, cuando se trate de la desnudacion de las rocas de creta en el Surrey, el Kent y el Sussex. Líneas de riberas marinas de épocas mas modernas, y que dominan de 6 á 30 metros el nivel del mar actual, se observan tambien en espacios muy extensos á lo largo de las costas Este y Oeste de la Escocia, como tambien en el Devonshire y en otros condados de Inglaterra. Las antiguas líneas de costa forman con frecuencia promontorios de arena y de guijo que contienen conchas litorales, algunas de las cuales estan rotas; otras enteras y que corresponden á especies que viven todavía hoy en las costas vecinas. Pero no debe esperarse encontrar en todas partes señales de antiguas orillas; ningun geólogo ignora con que prontitud se alteran y aun se borran enteramente las señales de esta especie en todas aquellas partes en que las modificaciones en las corrientes y en las mareas han determinado la retirada del mar desde hace algunos siglos. Hoy vemos escarpados compuestos de arcilla ó de arena desmoronarse en pocos años y reducirse á una pendiente insensible. Si existen conchas, se descomponen; sus elementos son arrastrados por las aguas y al poco tiempo los restos y la arena no tienen nada que les distinga de cualquier otro aluvion del interior de las tierras.

Las señales de orillas antiguas desaparecen algunas veces ocultas por árboles ó matorrales, ó bien por arena que trae el viento. Un buen ejemplo se observa á algunos kilómetros al Oeste de Dax cerca de Burdeos. A unos 19 kilómetros hácia el interior del país, se puede seguir una orilla escarpada en la direccion del Nordeste al Sur-Oeste, poco mas ó menos ó paralelamente á la costa contigua. El escarpado de unos 15 metros de altura, conduce desde la plataforma superior de las landas á una llanura mas baja que se extiende hasta el mar.

En el número de las causas diversas que en el curso de las edades pueden borrar los caracteres de una antigua orilla, no deben olvidarse los terremotos. Durante las violentas sacudidas que estos producen, los escarpados muy verticales y minados por el pié se desploman y forman montones de ruinas. Algunas veces movimientos desiguales de subida y bajada destruyen enteramente esa horizontalidad de las líneas de base que constituye el carácter dominante de una antigua quebrada.

En los paises en que abundan las rocas calizas, es principalmente donde los escarpados interiores de las tierras conservan mejor la fisonomía que tenian cuando constituian límites entre la tierra y el mar. En

Morea, por ejemplo, se observan hasta tres y aun cuatro de estas líneas que denotan la antigua existencia de orillas marítimas. Han sido descritas por Boblaye y Virlet; se les ve elevarse unas sobre otras á diferentes distancias de la orilla actual; la mas alta que es al mismo tiempo la mas antigua, llega algunas veces á mas de 300 metros. En la base de cada una de las líneas existe habitualmente un terraplen de algunos metros de anchura en ciertos puntos y de mas de 300 en otros; de tal manera, que desde las partes mas elevadas del interior de las tierras se va á parar al mar por una sucesion de escalones. Estas quebradas interiores estan muy bien cortadas y se parecen exactamente á las que baten hoy las olas del Mediterráneo, en los parajes donde estan formadas de roca caliza y especialmente hácia aquellos en que la roca es un mármol cristalino de cierta dureza. Los puntos de correspondencia observados entre las antiguas líneas de costas y las orillas del mar actual, son: 1.°, una línea de precipicios verticales con un terraplen en su base; 2.°, una superficie de roca desnuda corroida por las aguas, tal como las olas del mar las producen en nuestros dias; 3.°, una línea de cavernas litorales al pié de los escarpados; 4.°, una brecha consolidada algunas veces con conchas marinas en la base de los mismos escarpados ó en las cavernas, perforaciones producidas por los animales litófagos.

Respecto al primer punto seria supérfluo insistir en la manifestacion del poder destructor de las olas y de las corrientes que nos presentan los precipicios verticales. Las excavaciones litorales son igualmente bien conocidas de los geólogos que han tenido ocasion de observar como abren cavernas las olas del mar. En cuanto á la brecha está formada de fragmentos calizos y pedazos rodados de conchas sólidas, gruesas, tales como el *strombus* y el *spondylus* unidos por un cimento calizo cristalino. Agregaciones semejantes se forman diariamente en Grecia en las orillas del mar y en las cavernas á lo largo de las costas; no se les podria distinguir de las de formacion mas antigua sino contuvieran algunos fragmentos de vasijas de barro. En cuanto á las perforaciones producidas por los litófagos, es sabido que ciertos moluscos tienen la facultad singular de abrir en las calizas mas duras cavidades cuyo diámetro aumenta á medida que crece la concha de aquellos. Para que el animal pueda vivir es preciso que las conchas esten siempre cubiertas de las aguas saladas; pues bien, á diferentes alturas en los escarpados citados anteriormente se encuentran cavidades de este género en forma de peras y que contienen restos de conchas. Se han observado cerca de Modon y de Navarino en el interior de las tierras, en quebradas situadas á una altura de 38 metros sobre el Mediterráneo.

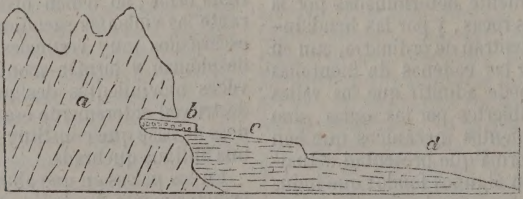
Independientemente de la alteracion bien conocida que las rocas calizas experimentan al contacto del agua salada y que constituye una descomposicion química, los principios se alteran aun mas profundamente hácia su base donde reciben el choque directo de las olas. Bajo esta accion la superficie de la roca corroida y surcada se vuelve exteriormente escabrosa y ramificada como si estuviera cubierta de corales. Estos efectos se observan no solo en las orillas actuales, sino tambien en la base de las antiguas quebradas en el interior de las tierras.

Réstanos hablar de los terraplenes que se extienden en una pendiente muy suave hácia el mar desde la base de casi todo escarpado interior. Estrechas en su mayor parte cuando la roca es dura, pero de medio quilómetro ó mas cuando la roca es blanda, son un efecto de la entrada del mar antiguo sobre la orilla á los niveles en que la tierra ha permanecido por mucho tiempo estacionaria. No cabe duda acerca de esto cuando se examinan las formas de una orilla actual, donde la mar se adelanta sobre la tierra arrastrando pequeñas porciones de la roca que destruye por sus cimientos. Esta accion da orígen á una plataforma submarina sobre la cual en la baja marea se puede penetrar en el agua con un aumento de profundidad gradual hasta que se llega á un punto en que el fondo baja de repente. Esta plataforma aumenta mas ó menos rápidamente en anchura segun el grado de dureza de las rocas, y cuando llega á salir fuera del agua constituye un banco de tierra firme.

Pero las cuatro principales líneas de quebradas observadas en Morea, no revelan como algunos autores han podido imaginar cuatro grandes épocas de alzamiento repentino; indican simplemente la intermitencia de la fuerza que produce el alzamiento. Si el alzamiento de la tierra hubiera continuado de una manera no interrumpida, no se hubiera producido línea saliente de escarpado porque cada porcion de la superficie hubiera sido á su vez y durante un período igual de tiempo una playa marina que hubiera presentado poco mas ó menos el mismo aspecto; pero cuando ha habido interrupciones durante el alzamiento, las olas y las corrientes tienen tiempo de minar, arrastrar, y hacer desaparecer masas considerables de rocas y por consecuencia dar sucesivamente orígen á varias líneas de escarpados, cada una de las cuales tiene un nivel distinto y reposa sobre un ancho terraplen.

Existen sin embargo en Morea cortas superficies niveladas tanto antiguas como modernas, que no son el resultado de una desnudacion aun cuando se parecen por su aspecto á los terraplenes que hemos descrito. Se las puede llamar terraplenes de depósito porque resultan de la entrada de la tierra en el mar en los puntos en que los rios y los torrentes han producido deltas. Cuando la materia sedimentaria ha llenado una bahía ó un golfo rodeado de montañas escarpadas, se forma una llanura unida que guarnece los precipicios hácia la tierra; y cuando estos depósitos llegan á elevarse, dan á la localidad una fisonomía enteramente semejante á la de las superficies de desnudacion.

En Sicilia existen escarpados semejantes á los de Morea; cerca de Palermo, por ejemplo, existe un precipicio tallado en la caliza y en cuya base se ven numerosas cavernas, una de ellas llamada San-Ciro, á tres quilómetros de Palermo; tiene unos seis metros de alta por tres de ancha y domina unos sesenta metros sobre el nivel del mar. En el interior se ve una antigua playa *b* formada de fragmentos rodados de



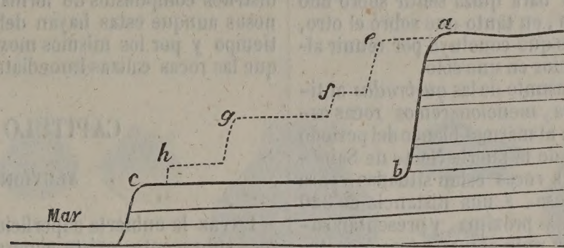
a Monte Grifone. *b* Caverna de san Ciro. *c* Llanura de Palermo en la cual estan las capas de Plioceno nuevo, caliza y arena. *d* Bahía de Palermo.

diferentes rocas, muchos de los cuales han debido ser llevados de grandes distancias.

A estas piedras se han mezclado fragmentos de corales y de conchas, y en particular de ostras y de *pecten*. Inmediatamente encima del nivel de esta playa, se observan *serpulas* que se adhieren aun á la superficie de la roca y la caliza está perforada por *litodomos* (litófagos). En el interior de la gruta, existen al mismo nivel perforaciones semejantes y los agujeros son tan numerosos, que la roca ha sido comparada por Hoffmann á un blanco todo atravesado de balas. Pero para poner á descubierto estas señales ha sido necesario primero quitar una masa de brechas que consisten en fragmentos numerosos de rocas con una inmensa cantidad de huesos de manimut, de hipopótamos y otros cuadrúpedos sepultados en una marga caliza de color pardo oscuro. Algunas de estas osamentas estaban desgastadas como si hubiesen sufrido la accion de las olas. Debajo de la brecha, de unos seis metros de espesor, se ha encontrado un lecho de arena lleno de conchas marinas de especies recientes, y de nuevo, debajo de la arena la caliza secundaria del monte Grifon. La caliza que en la caverna está sobre el nivel de la arena del mar, presenta otro aspecto muy diferente de la que se halla debajo. Por encima la roca está dentada y desigual, como se ve de ordinario en la bóveda y en las paredes de las cavernas calizas: debajo, la superficie está unida y pulimentada, como la hubiera producido el roce continuo de las olas.

La plataforma indicada en *c* es un depósito terciario que contiene conchas marinas, casi todas de especies vivas; presenta un ejemplo de terraplen por depósito, es decir, que pertenece al segundo género de que acabamos de hablar.

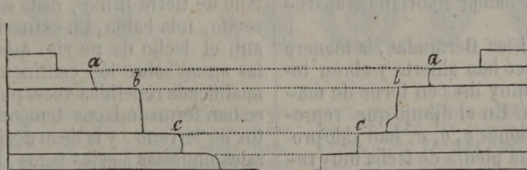
Se observan aun en Sicilia otros numerosos ejemplos de terraplenes de desnudacion. Uno de ellos se manifiesta en la costa oriental al Norte de Siracusa, y vuelve á aparecer al Sur, más allá de la villa de Noto; en este punto forma un precipicio elevado y continuo, *a b* que mira hácia el mar, y termina de pronto una formacion caliza cuyas capas horizontales se ex-



tienden muy lejos en el intertor del país. La altura de este precipicio varia de 150 á 215 metros; entre su base y la mar existe una plataforma inferior *c b* constituida por una caliza blanca semejante á la anterior. Todas las capas se sumergen en el mar, pero no estan ordinariamente sino muy poco inclinadas; se las ve prolongarse sin interrupcion desde el pié del escarpado todo á lo largo de la plataforma manifestando distintamente que la quebrada elevada no ha podido ser producida por un fallo ó por una rotura vertical de las capas, pero sí por la sumersion de una masa considerable de la roca. Se puede deducir de esto, que el mar que mina hoy dia la base de los derrumbaderos sicilianos, llegaba en otro tiempo al pié del precipicio *ab*, y que en esta época, la superficie del terraplen *c b* debia estar cubierta por el Mediterráneo. Hubo un tiempo de parada, sin embargo, en el movimiento de la ascension, tiempo durante el cual, las olas han podido disponer la plataforma *c b*, pero hubo ademas otros varios períodos estacionarios de menor duracion. Supongamos que una serie de escarpados *e*, *f*, *g*, *h*, haya existido en otro tiempo, y que el mar exento durante un largo intervalo de todo movimiento subterráneo, haya avanzado á lo largo de la línea *c b*, todos los precipicios anteriores habran debido ser arrastrados uno despues de otro y reducidos á un solo precipicio *a b*.

Es muy probable que en cierta época, una serie de pequeñas quebradas, tales como las representadas en *e*, *f*, *g*, *h*, existiesen realmente á alturas intermediarias en lugar del único precipicio *a b*; y parece que lo prueba el que, en ciertas bahías y en los valles interiores cuya abertura mira la costa oriental de la Sicilia, y aun no lejos del punto que representa la figura, la caliza sólida manifiesta una numerosa sucesion de escalones separados unos de otros por pequeños escarpados verticales. Estos escalones sobrepuestos se suceden algunas veces en tan gran número, que dan á las curvaturas formadas á la extremidad de un valle, una analogía verdaderamente singular con un anfiteatro romano. Se puede observar un buen ejemplo de esta especie de configuracion cerca de la villa de Melilli, (fig. 61). Al Sur de la isla, cerca de Spaccaforno, Scidi y Modica, rocas escarpadas de caliza blanca, de una altura de 150 metros, estan figuradas de la misma manera.

Ya sea que se encuentren escalones de mármol asi dispuestos en figura circular en el fondo de un valle, ó ya que una doble serie de escarpados descienda desde el vértice hasta la base, sobre los dos lados opuestos de una garganta de montañas, estas diferentes disposiciones se explican suponiendo que el mar habria ocupado sucesivamente varios niveles diferentes, tales como *aa*, *bb*, *cc*; en cuanto á las cau-



sas de la contraccion gradual del valle desde la altura hasta la base, se pueden apreciar de diversas

maneras; una contraccion ha podido resultar de la mayor fuerza ejercida por las aguas, cuando la tierra saliendo por la primera vez, presentaba en un mar abierto una masa menos considerable y mucho mas expuesta á la desnudacion, mientras que la destruccion de la roca ha debido disminuir á medida que la accion desnudante se aminoraba en las bahías y canales cerrados por dos ó tres lados. O bien los movimientos separados de elevacion han podido sucederse mas rápidamente á medida que la tierra ha continuado elevándose, de tal manera que la duracion de cada uno de los tiempos de detencion durante los cuales se ha efectuado el máximum de desnudacion, á ciertos niveles ha ido siempre disminuyendo. Es preciso notar que se encuentran rara vez en las laderas opuestas de los valles sicilianos, escarpados terraplenes, cuyas alturas correspondan tan exactamente una á otra como en la figura. Cualquiera que sea de las dos hipótesis la que se adopte, se podia esperar asi, porque siguiendo la direccion dominante de los vientos ó de las corrientes, las olas deben batir con una fuerza desigual las diferentes partes de la ribera; ahora bien, ningun choque se hará quizá sentir sobre uno de los lados de una bahía, en tanto que sobre el otro, el mar avanzará tan lejos que concluya por reunir algunos pequeños precipicios en uno solo.

Antes de terminar el asunto de las *quebradas* antiguas abiertas en la caliza, mencionaremos rocas escarpadas que pertenecen al mármol blanco del período oolítico que se ven cerca de la puerta Norte de Saint-Mihiel en Francia. Estas rocas estan situadas sobre la ribera derecha del Mosa, á una distancia de 320 quilómetros del mar la mas próxima, y presentan sobre el lado escarpado que unia al mar, tres ó cuatro surcos horizontalmente sobrepuestos que imitan muy exactamente á las que produce la corrosion de las olas. Algunas de estas rocas son masas desprendidas de la colina inmediata; los surcos las rodean y miran hácia todos los puntos del horizonte; como si los pedruscos surcados hubiesen formado en otro tiempo islotes de rocas cerca de la ribera.

El capitan Bayfield en su exploracion al golfo de San Lorenzo, ha descubierto en algunos puntos, pero en particular en las islas Mingan una contraposicion de las rocas interiores de Saint-Mihiel y ha trazado una serie de líneas ó cordones de piedras colocadas una sobre otra que concuerdan en cuanto á su nivel con algunos de los principales surcos abiertos al través de los pilares calizos. Estas líneas estan compuestas de piedras calizas con conchas de especies recientes; la mas distante de la ribera está á 20 metros sobre el nivel de las mas altas mareas. Ademas de los dibujos llamados *tiestos de flores* que dicho capitan ha publicado, se han trazado otras vistas de rocas de la misma costa debidas al lápiz del teniente Bowen de la marina real.

En los ribazos de la América del Norte se han hallado fragmentos redondeados de caliza perforados por los litódomos; otros semejantes practicados por los mismos moluscos, se han descubierto en las rocas columnarias ó *tiestos de flores*; este hecho demuestra que la superficie ha sufrido poca alteracion por los agentes atmosféricos, porque de otro modo las cavidades de que acabamos de hablar habrian desaparecido.

Se ha observado en las islas Bermudas, la manera con que las olas del Atlántico han abierto y abren todavía cavidades profundas muy lisas en torno de masas salientes de caliza dura. En el dibujo que representa la fig. 63, las excavaciones *c*, *c*, *c*, han sido producidas por las aguas en una piedra de fecha muy reciente; esta piedra aunque sumamente dura, está llena de corales y de conchas modernas, algunas de las cuales han conservado hasta su color.

Cuando los geólogos estudian con detencion las formas de estos surcos horizontales cuya superficie es algunas veces lisa y casi pulimentada y cuyo borde superior forma frecuentemente una eminencia de dos metros ó mas, encuentran el testimonio menos equívoco de la accion ejercida en otro tiempo por las olas sobre innumerables puntos situados á lo lejos en el interior de los continentes. Pero es preciso aprender á distinguir los efectos debidos á la accion original de las aguas, de los que ha producido posteriormente la descomposicion química de las rocas calizas bajo la influencia de los agentes atmosféricos.

Terminaremos aconsejando á los principiantes no se sorprendan si encuentran algun indicio evidente de la permanencia anterior del mar sobre tierras cuya sumersion en épocas relativamente recientes, no ofrece para nosotros objeto alguno de duda. A pesar de la naturaleza duradera de las huellas que ha dejado la accion litoral sobre las rocas calizas, no se podrian descubrir por todas partes antiguas playas marinas y precipicios interiores, ni aun en Sicilia ni en Morea. Esta especie de huellas se hallan frecuentemente interrumpidas, y faltan muchas veces en los distritos compuestos de formaciones arcillosas y arenosas aunque estas hayan debido elevarse al mismo tiempo y por los mismos movimientos intermitentes que las rocas calizas inmediatas.

CAPITULO VII.

ALUVION.

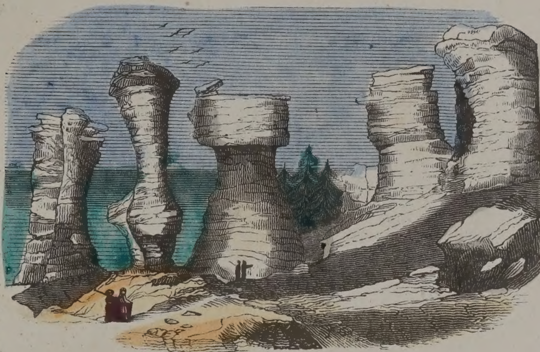
Entre la cubierta superficial de tierra vegetal y la roca subyacente, existe generalmente un depósito de guijo movible, de arena y de limo á que se ha dado el nombre de *aluvion*. Este nombre ha sido tomado de *alluvio* (inundacion) ó de *alluo* (yo lavo), por la circunstancia de que las piedras y la arena se parecen comunmente á los del lecho de un rio, y á los depósitos de limo y de guijo que dejan las inundaciones en las tierras bajas.

Una cubierta parcial de aluvion asi compuesta, se encuentra en todos los climas desde las regiones ecuatoriales hasta las regiones polares; pero en las mas altas latitudes de Europa y del Norte de América, este depósito toma un carácter particular; muy frecuentemente no está estratificado, y contiene enormes fragmentos de rocas, unos angulosos, otros redondeados que han sido transportados á grandes distancias del punto de su orígen. Cuando el depósito presenta esta forma, se le da el nombre de *diluvion*, de *drift*, de *formacion de transporte*; trataremos mas particularmente de su relacion probable con los productos de los hielos flotantes y de las neveras en los capítulos posteriores.

Segun lo que se ha dicho sobre la desnudacion, el lector sabe ya que se encuentra guijo desmenuzable y arena, no solamente sobre las tierras bajas que costean los rios, sino tambien, y á diferentes alturas, contra las laderas, y hasta en la cumbre de las montañas. Ahora bien, durante el curso de los cambios ocurridos en la geografía física en la época en que el fondo del mar elevándose gradualmente pasaba al estado de tierra firme, cada sitio ha podido ser un arrecife, una bahía, un estuario, una playa marina, y aun el lecho de un rio. Ademas, la distribucion de las aguas sobre los continentes, ha podido hallarse modificada repetidas veces por los temblores de tierra; se han formado lagos temporales por los deslizamientos de terreno, y la destruccion de las barreras naturales opuestas á estos lagos, ha causado diluvios parciales. Finalmente, las últimas acciones del agua han tenido por efecto natural turbar y confundir todos los aluviones formados anteriormente. En presencia de tanta variedad de causas y orígenes, seria erróneo

Geologia.

62



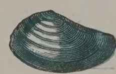
69



72



70



74



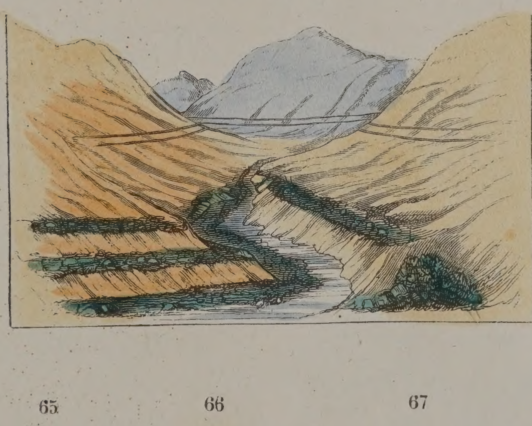


71

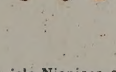


73

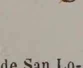
64



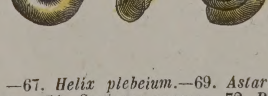
65



66



67

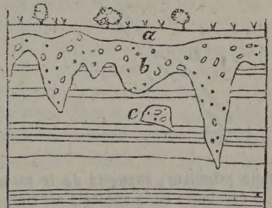


62. Columnas calizas de la isla Niapisca en el golfo de San Lorenzo; la segunda columna de la izquierda, tiene cerca de 18 metros de altura.—64. Terraplenes de rio y *parallel roads* (terraplenes paralelos).—65. *Succinœa elongata*.—66. *Pupa muscorum*. —67. *Helix plebeium*.—69. *Astarte borealis*.—70. *Leda oblonga*.—71. *Saxicava rugosa*.—72. *Pecten Islandicus*.—73. *Natica clausa*.—74. *Trophon clathratum*.

esperar nunca conocer todos los fenómenos aluviales de cada comarca en particular. Seria tambien muy arriesgado considerar como la obra de una sola época y el efecto de una causa única, lo que fue en realidad resultado de acciones distintas durante una larga sucesion de períodos geológicos. Se puede sin embargo sacar una instruccion útil del exámen de una comarca como la Auvernia donde los guijos superficiales de diferentes épocas han sido conservados por corrientes de lava que han salido sucesivamente en épocas en que la desnudacion y probablemente la ascension de las rocas estaban en progreso. Esta accion habia adquirido en parte su configuracion actual antes de que ningun volcan se hallara en ella en actividad, y que ninguna materia ígnea se hubiera esparcido en sus formaciones graníticas ó fosilíferas, igualmente las piedras formadas en los pedregales mas antiguos, son allí exclusivamente de granito y de otras rocas primordiales; cuando los respiraderos volcánicos se abrieron, estos aluviones fueron cubiertos por corrientes de lava que los preservaron de la mezcla con el guijo de las épocas subsiguientes. En la continuacion de los tiempos, se formó un nuevo sistema de valles, y los rios corrieron á niveles inferiores á los de los primeros aluviones y de las antiguas corrientes de lava. Cuando mas tarde, otras erupciones dieron orígen á nuevas lavas, la materia fundida se esparció en un suelo mas bajo, y el guijo de estas llanuras se distingüió del que formaba el aluvion de las tierras altas de el que contuvo fragmentos redondeados de diferentes rocas volcánicas, y muchas veces huesos pertenecientes á grupos distintos de animales terrestres que habian vivido en la nueva comarca.

El aluvion se compone casi siempre en su parte superior de materia de transporte, pero muchas veces en su base se convierte en una masa de fragmentos rotos, angulosos, arrancados de las rocas subyacentes, y cuya formacion se puede atribuir á la influencia de los agentes atmosféricos, á la desagregacion de la roca en el sitio que ocupa, á los efectos del aire y del agua, del sol y del frio, ó bien á la descomposicion química.

La superficie interior de los depósitos aluvianos es comunmente muy irregular, porque se amolda á todas las desigualdades de las rocas que les sirven de base. Algunas veces se observan pequeñas masas como en *c* que podrian creerse desprendidas de su posicion original é incrustadas por decirlo así, en la formacion subyacente. Estas masas aisladas son ordinariamente



a Suelo vegetal. *b* Aluvion. *c* Masa del mismo aluvion aparentemente separada.

una especie de agujeros torcidos y llenos de aluvion que se puede suponer han servido de conductos á manantiales ó á torrentes subterráneos que han ensanchado las hendiduras naturales corriendo al través de la masa de la roca; cuando se encuentran en pequeña escala ó en capas poco duras, pueden indicar el sitio ocupado en otro tiempo por las raices de grandes árboles, y que el guijo así como la arena han ocupado despues de la destruccion de dichas raices.

No es tan fácil como parece á primera vista trazar una línea perfecta de demarcacion entre las rocas fijas ó capas regulares del aluvion. Cuando el lecho de un torrente ó de un rio queda en seco, llamamos aluvion al guijo, arena y limo que quedan en este lecho, ó cualesquiera sustancias que durante las inundaciones han podido esparcir sobre las llanuras inmediatas. Cuando las mismas materias transportadas á un lago y sometidas en el seno del agua á una especie de escogimiento ó apartado, se disponen en lechos mas distintos, toman el nombre de capas irregulares, especialmente si contienen restos de plantas, de conchas y de otros fósiles.

Algunas veces la arena, el guijo y los restos de conchas extendidos en la direccion de una corriente marina rápida, pueden compararse á un depósito formado al mismo tiempo por la precipitacion anual de materias semejantes sobre cualquier punto del mar mas profundo y mas tranquilo. En este caso, cuando se descubren en las capas conchas marinas ú otros restos orgánicos que permiten determinar su edad y su orígen, se les considera como formando parte de una serie regular de formaciones fosilíferas, mientras que si los fósiles faltan, no se tiene frecuentemente ningun medio de separar estas capas de la masa general de aluvion superficial.

La rareza habitual de los restos orgánicos en los lechos de guijo desmenuzable, debe ser atribuida ya al frote que ha reducido las rocas á cantos y á arena, y los restos orgánicos á fragmentos pequeños, ya á la naturaleza porosa del aluvion en el momento de su inmersion; el agua de lluvia, penetrando libremente la masa, ha provocado la descomposicion y la disolucion de los restos orgánicos.

Todo el mundo sabe que un gran número de rios abren hoy dia su lecho al través de los depósitos de aluvion mas profundos y mas extensos que ninguno de los que pueden formar las corrientes de agua actuales. Algunas veces se ha deducido ligeramente de esto, que los rios en los tiempos modernos se habian quedado menos caudalosos y menos sujetos á los desbordamientos de lo que eran en los tiempos antiguos. Pero seria mucho mas natural ver aquí simplemente el resultado de las oscilaciones ocurridas en el nivel de la tierra desde el orígen de los actuales valles.

Supongamos que una porcion de continente comprendiendo en su extension una ancha cuenca hidrográfica tal como la del Mississipi, llega á bajar algunos centímetros ó decímetros en el curso de un siglo como ha sucedido durante tres ó cuatrocientos años entre las latitudes 60° y 69° al Norte, en la costa occidental de Groenlandia que se extiende de Norte á Sur cerca de 900 quilómetros; la cantidad de descenso no será siempre la misma, y en muchos casos, el interior de las tierras sufrirá una depresion superior á la de la region que costea el mar. Siempre que así suceda, la pendiente de las aguas que desciendan de las tierras superiores disminuirá, los arroyos tributarios perderan su fuerza de llevar la arena y los sedimentos al rio principal, y este á su vez tendrá tambien menos fuerza para arrastrar las mismas materias al mar. Todos los rios desde entonces empezaran á llenar en parte su antiguo lecho, y en sus inundaciones que seran mas frecuentes, elevaran por medio de nuevos depósitos, las llanuras aluviales de sus orillas. Si entonces la misma superficie de tierra viene á elevarse á su primer nivel, la pendiente, y por consecuencia la velocidad de todos los rios, empezaran á aumentar las aguas, estaran menos expuestas á inundar las llanuras vecinas, continuaran acarreando las materias terrosas hácia el mar, y limpiaran y profundizaran sus lechos hasta que despues de algunos miles de años cada uno de ellos se haya abierto un nuevo canal ó valle al través de una formacion fluvial de fecha comparativamente moderna. Las llanuras de rios que existian durante el período de mayor depresion, formaran entonces en las dos laderas del valle una es-

pecie de terraplenes en la apariencia horizontales, pero que en realidad se inclinaran hácia el rio en toda su extension; estos terraplenes presentaran escarpados de guijo y de arena hácia la corriente del agua. En una descripcion de la comarca que recorre el Mississipi, se ha demostrado que ha existido una serie de movimientos análogos durante las oscilaciones de nivel en el principal valle de dicho rio y en sus valles tributarios; y las conchas de agua dulce de especies vivas, asi como las osamentas de cuadrúpedos terrestres pertenecientes en parte á razas extinguidas y conservadas en los terraplenes de orígen fluviátil, prueban la exclusion del mar en todo el tiempo en que se llenó y volvió á vaciar el lecho del rio.

En muchos casos el aluvion en que los ríos abren hoy su lecho, ha debido empezar á formarse cuando la tierra salió por primera vez del seno del mar. Si el alzamiento fue causado por un movimiento gradual y uniforme, las bahías, estuarios ú estrechos, debieron secarse lentamente, y durante su conversion en valles, cada porcion de la superficie levantada, debió ser á su vez una playa marina y cubrirse de arena y de cantos de ribera. Durante la retirada del mar, cada sitio ha podido llegar á ser el centro de aglomeracion de un delta, y las materias asi acumuladas se han adaptado á la pendiente general de un valle desde su vértice hasta la orilla del mar.

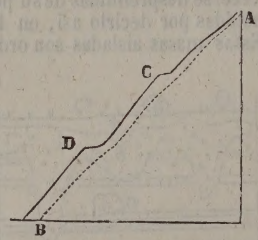
Terraplenes de rio. Se observa con frecuencia á poca distancia del lecho actual de un río un escarpado alto de algunos decímetros ó de algunos metros sobre el cual se encuentra un terraplen plano, correspondiente en la apariencia al plano de aluvion que parte inmediatamente del río. Este terraplen es seguido de otro escarpado encima del cual existe algunas veces un segundo terraplen. Se pueden tambien observar dos ó tres órdenes de escarpados en uno de los lados ó en ambos lados á la vez de la corriente del agua; su número varia pero comunmente hay de una orilla á otra correspondencia en altura.

Estos terraplenes rara vez son contínuos en largas distancias; su inclinacion sigue la del río. Se explican fácilmente por la hipótesis de una elevacion gradual de la tierra, sobre todo si se admite que en la época en que el río ha abierto su lecho, el movimiento de elevacion ha sido intermitente y que largas interrupciones han permitido á la corriente del agua extenderse sobre las orillas y arrastrar las materias aplanando un largo espacio. Esta operacion se habrá repetido despues á niveles inferiores y habran resultado escarpados sucesivos.

Terraplenes paralelos. Los *parallel roads*, ó *parallels helves* de Lochaberó Glen-Roy y otros valles inmediatos en Escocia, se diferencian por su carácter y su orígen de los terraplenes que acabamos de describir; no se inclinan hácia el mar como el lecho de los ríos, ni han sido producidos por desnudacion. El Glen-Roy está situado en los Highlands del Oeste unos diez y seis quilómetros al Norte del fuerte William cerca del extremo occidental del gran Glen de Escocia ó canal caledoniano y al pié del Ben-Nevis el mas elevado de los montes Grampianos. En toda su longitud que es de mas de diez y seis quilómetros, se observan dos terraplenes paralelos y en la parte inferior tres que estan trazados á lo largo de las laderas escarpadas de las montañas como se ve en la figura 64; cada uno conserva una perfecta horizontalidad y se presenta al mismo nivel en los lados opuestos del Glen ó valle. Vistos á distancia estos terraplenes parecen senderos ó caminos practicados artificialmente en los costados de la roca; pero acercándose apenas se nota su existencia por lo unida que está su superficie y encubierta por las materias de transporte. Tienen de tres á diez y ocho metros de anchura, y no se distinguen de los lados de la montaña sino porque su inclinacion es un poco menor.

Haciendo un exámen detenido, se observa, que estos terraplenes se hallan estratificados á la manera ordinaria de los depósitos aluviales ó litorales como se puede demostrar en los puntos en que los torrentes han abierto barrancos. Los terraplenes paralelos sin embargo no han sido producidos por la desnudacion, sino por un depósito de detritus enteramente semejante al que se ha esparcido en cortas cantidades sobre las vertientes de las colinas de que hemos tratado anteriormente. Estas colinas estan compuestas de esquisto arcilloso, de micasquisto y de granito, rocas, que solo en algunos puntos se han abierto paso y han quedado descubiertas en una línea precisamente encima de los terraplenes paralelos. El mas elevado de estos está próximamente á tresciento ochenta y un metros sobre el nivel del mar; el que viene despues está sesenta metros mas bajo, y domina unos quince metros al tercero. Este último solamente se continúa á lo largo del Glen-Spean ancho valle con el cual se reune el Gren-Roy. Como los terraplenes paralelos se mantienen siempre á la misma altura sobre el mar, exceden tanto mas del nivel del río, cuanto mas se baja en cada valle; por último terminan repentinamente sin causa aparente, y sin cambio alguno en la forma del suelo ó en la composicion y dureza de las rocas.

Seria demasiado extenso el hacer una descripcion completa de todas las circunstancias geográficas que se refieren á estos terraplenes singulares, asi como el discutir las ingeniosas teorías que se han formado para explicarlos. Sin embargo, todo el mundo conviene en reconocer que estos terraplenes, son antiguos ribazos ó formaciones litorales cuyo nivel igual en un principio al del *shelf* mas elevado ha bajado sucesivamente al nivel de los otros dos. Es un hecho bien conocido que donde quiera que existe un lago ó un brazo de mar rodeado de montes escarpados sujetos á la desagregacion por el frio ó por la accion de los torrentes, cierta cantidad de materia movediza es arrastrada anualmente sobre todo durante el derretimiento de las nieves, y que este detritus se detiene en el punto á donde llegan las aguas del lago. Las olas diseminan las materias á lo largo de la orilla y las arrastran en parte sobre el ribazo; su poder de dispersion es favorecido por el hielo que suele adherirse á las piedras durante los meses de invierno y les da la facultad de flotar. La figura que acompaña, manifiesta cómo, segun Mac-



AB. Superficie primitiva, supuesta de la roca, CD. Roads ó escalones en la cubierta aluvial,

Culloc y Darwin, los terraplenes constituyen simples eminencias en la cubierta aluvial superficial que reposa sobre la vertiente de la montaña y que consiste principalmente en arcilla y en fragmentos de rocas ásperas y arcillosas.

Entre otras pruebas de la formacion de estos terraplenes paralelos á lo largo de las orillas de una tabla de agua, se puede observar que donde se manifiesta una colina aislada hácia el medio del *Glen* ó valle sobre el nivel de algun terraplen particular, se ve el mismo nivel en terraplen correspondiente haciendo juego con la colina, como si esta colina hubiese formado en otro tiempo una isla en medio de un lago ó de una ensenada. Lo que no es menos notable, es que cada

uno de estos terraplenes conduce en algun punto de su longitud á un *col* ó paso entre dos alturas circunstancia que estudiaremos mas adelante.

Los escritores que en un principio han considerado los terraplenes como antiguos ribazos de lagos de agua dulce, no han podido encontrar hipótesis alguna plausible para explicar la formacion y en seguida la destruccion de barreras que fueran de una altura y solidez suficientes para retener el agua. En la imposibilidad de suponer la destruccion de estas barreras por alguna convulsion violenta á causa de la horizontalidad no interrumpida de los terraplenes, y de la ausencia de toda perturbacion aparente en los puntos de los valles donde terminan de repente, pero queriendo con los defensores de la teoría lacustral, explicar la limitacion de los terraplenes á ciertos valles y su ausencia en los valles contiguos donde sin embargo las rocas son de la misma composicion y la pendiente del suelo muy semejante, Agassiz y Buckland han supuesto que los valles estaban en otro tiempo flanqueados por enormes neveras que descendian del Ben Nevis y que estos habian dado orígen á los lagos que se designan en Suiza y en el Tirol con el nombre de lagos de neveras. Despues de cierto tiempo la barrera de hielo habria llegado á romperse ó á derretirse primero á nivel del segundo terraplen y despues al del terreno.

En apoyo de esta hipótesis, los mismos sabios han pretendido, que el aluvion de Glen Roy y de otras partes de la Escocia, concuerda por su carácter con las rocas de las neveras que se ven en los valles Alpinos de la Suiza. Mas adelante hablaremos de la antigua existencia de neveras que se ven en los Grampianos, y en esta ocasion, concederemos de buen grado que esta hipótesis explica mucho mas fácilmente que todas las teorías lacustrales anteriores la existencia temporal y la desaparicion completa de inmensas barreras transversales, aunque la altura supuesta de estas barreras de nieve sorprende admirablemente la imaginacion.

Antes que esta hipótesis hubiese sido enunciada, Darwin habia examinado á Glen-Roy y emitido la opinion de que los terraplenes paralelos, estaban ya formados en un tiempo en que los *glens* eran todavía brazos de mar, y que no habia, pues, existido jamás allí, ninguna barrera marina. Segun el parecer de este sabio la tierra se elevó en aquel punto por un movimiento lento y uniforme de alzamiento análogo al que se produce hoy dia en una gran parte de le Suecia y de la Finlandia; pero hubo en esta elevacion ciertas detenciones y las aguas del mar quedaron estacionarias durante un número de siglos bastante considerable para permitir la acumulacion de una cantidad extraordinaria de detritus, y la excavacion en algunos puntos de la roca, sólida, de rebajos profundos y escarpados muy pendientes.

Los fenómenos que concuerdan mas difícilmente con esta teoría, son en primer lugar, la terminacion repentina de los *parallel roads* en ciertos puntos en los diferentes *glens*, y en segundo lugar, su número desigual en algunos valles que se enlazan unos con otros; existen, por ejemplo, tres en el Glen-Roy, y uno solamente en el Glen-Spean; en tercer lugar, la horizontalidad perfecta de nivel que conserva el mismo *road* en una longitud de algunos quilómetros, lo que obliga á suponer que mientras se verificó una elevacion de trescientos ochenta metros, ninguna porcion de la tierra, ha escedido ni aun algunos metros al movimiento ascendente de las otras; en cuarto lugar, la coincidencia que hemos señalado ya entre el nivel de cada *road* y el de un *col* ó vértice comun de dos cañadas punto de partida de las aguas de lluvia. Esta última circunstancia mencionada en la geografía física de Lochaber, parece explicada de una manera suficiente por Darwin. Llama á estas alturas *estrechos de tierras*, y las considera como antiguos estrechos situados entre islas. Esta clase de estrechos como hace notar dicho sabio manifiestan una tendencia tanto mayor á llenarse de fango, cuanto mas angostos son. En un mapa de las islas de Falkland, se ven varios ejemplos de estrechos en que la longitud de la sonda disminuya á medida que se avanza hacia la parte menos ancha. Uno de ellos tiene tan poca profundidad que se puede andar por él en la baja marea; otro que ya no está cubierto por el mar parece haber quedado en seco muy recientemente á consecuencia de algun cambio ligero en el nivel relativo de la tierra y del mar. Otros estrechos semejantes que por su carácter son un término medio entre la tierra y el mar, existen en las Hébridas, por ejemplo, en el paso que separa las islas de Lewis y de Harris, y en el que en encuentra entre North-Vist y Bembécula; si el mar bajara aparecerian sin duda como *cols* coincidiendo con un terraplen ó ribazo levantado en torno de estas islas.

La primera de las dificultades que hemos encontrado, es decir, la no extension de los terraplenes paralelos en ciertas partes de los *glens*, puede explicarse segun Darwin, suponiendo que en ciertos puntos el rápido desarrollo de un espeso césped habria impedido á la lluvia arrastrar todas las materias movibles que cubrian la superficie; mientras que donde la formacion de un prado se ha verificado con lentitud, el guijo ha tenido tiempo de ser arrastrado. Entre los dos terraplenes superiores se observa un terraplen intermedio de solo un quilómetro de longitud en la vertiente de la montaña llamada Tombhran y no se le ve ya en ninguna otra parte. Se presenta en el punto donde se encontraba el espacio mas largo de agua, punto en el cual quizá las olas adquirieron un poder mas considerable que en otras partes para amontonar detritus.

En cuanto á la horizontalidad perfecta de los *roads* paralelos de Lochaber en una superficie de algunos miriámetros de longitud y anchura, suscita una dificultad comun hasta cierto punto á todas las hipótesis rivales que ponen en juego, una los lagos, otra las neveras y otra una simple elevacion de la tierra sobre el nivel del mar. No podemos suponer que los *parallel roads* sean mas antiguos que el período de las neveras ó que el de la formacion de transporte de Escocia, de que hablaremos mas adelante. En Escocia se han encontrado capas de esta época, de orígen marino y conteniendo conchas de especies que existen hoy en el Norte, de estas capas unas se hallan en la costa oriental y otras en la occidental á alturas que varian desde 6 á 120 metros. En un punto particular del Lanarkshire se han observado á mas de 150 metros sobre el nivel de las aguas mas altas. Ahora bien, parece enteramente imposible que el Glen-Roy haya escapado enteramente al movimiento de elevacion que experimentaron tantas otras regiones vecinas, y que se nos revela por la posicion de esos depósitos marinos en que las conchas son casi todas de especies recientes conocidas. Pero si este movimiento se ha extendido al Glen-Roy y á los *glens* contiguos, ha debido elevarlos todos juntos y sin afectar su horizontalidad; admitido esto, la principal objecion á la teoría de los ribazos marinos fundada en la uniformidad de la elevacion, cae por sí misma ó por lo menos enlaza todas las teorías que han sido propuestas hasta hoy.

Admitir que el Océano haya bajado desde el nivel del terraplen mas elevado, es decir 380 metros simultáneamente en toda la superficie del globo, mientras que la tierra ha permanecido estacionaria, es una opinion que no puede encontrar apoyo sino entre muy pocos geólogos, y ya hemos dado las razones anteriormente.

Por este resúmen de la cuestion empeñada acerca de la formacion de estos curiosos terraplenes, el lector ha comprendido ya que el problema como otros muchos en geología no se halla resuelto sino en parte, y que para juzgar definitivamente esta cuestion, es necesario recoger y examinar mayor número de hechos.

CAPITULO VIII.

CLASIFICACION CRONOLÓGICA DE LAS ROCAS.

En el primer capítulo de este tratado hemos establecido cuatro grandes clases de rocas: acuosas, volcánicas, plutónicas y metamórficas; hemos dicho que debian ser consideradas cada cual, no solo bajo el aspecto de sus caracteres mineralógicos, y de su orígen sino tambien bajo el de su edad relativa. En cuanto al de las rocas acuósas en particular, hemos visto que estaban estratificadas; que unas eran calcáreas, otras arcillosas ó silíceas; algunas compuestas de arena, y otras de piedras; que algunas contenian fósiles de agua dulce; otras fósiles marinos, y asi de las demás.

La edad de las formaciones fosilíferas es mas fácil de determinar que la de cualquier otra clase de formaciones. El método mas conveniente y mas natural consiste en establecer primero una cronología de estas formaciones, despues referir en lo posible á las mismas divisiones los diferentes grupos de rocas plutónicas, volcánicas, ó metamórficas. Este sistema de clasificacion se recomienda no solo por su gran claridad y la facilidad que ofrece á las aplicaciones, sino tambien por la manera con que sorprende la imaginacion desenvolviendo el cuadro de las revoluciones contemporáneas, de las creaciones inorgánicas y orgánicas de las primeras edades.

Pero antes de examinar por órden de edad las subdivisiones de las rocas acuosas será bueno decir algunas palabras acerca de la cronología de las rocas en general, aunque procediendo de este modo nos expongamos inevitablemente á tocar á ciertas clases de fenómenos que todavía no se pueden comprender del todo.

Por mucho tiempo se ha considerado como cierto, que familias enteras de rocas, tales como las rocas plutónicas, y los esquistos cristalinos metamórficos habian debido empezar y acabar antes que todos los otros miembros del órden de las rocas acuosas y volcánicas. Aunque esta opinion se haya modificado con el tiempo, y hoy esté casi abandonada, es sin embargo necesario dar aquí algunas explicaciones sobre esta antigua doctrina, á fin de hacer conocer el manantial y orígen de ciertas teorías que han prevalecido sucesivamente y una parte de la nomenclatura geológica que hoy está todavía en uso.

Hácia mediados del siglo último un minero aleman Lehmann propuso dividir las rocas en tres clases: la primera con el nombre comun de *rocas primitivas* comprendia las mas antiguas, las hipogenas ó plutónicas y metamórficas; la clase siguiente *rocas secundarias*, comprendia las capas acuosas ó fosilíferas; la tercera correspondia á nuestro aluvion tanto antiguo como moderno, y el autor lo atribuia á inundaciones locales y al diluvio de Noé. En la clase de las rocas primitivas, decia, en los granitos y el gneiss, por ejemplo, no se encuentran restos orgánicos en indicios de materias procedentes de la destruccion de rocas anteriores; su orígen ha podido ser puramente químico anterior á la creacion de los seres vivos y probablemente contemporáneo del principio mismo del mundo. Por el contrario, las formaciones secundarias que contienen frecuentemente arena, cantos rodados y restos orgánicos, han debido ser depositadas mecánicamente y se han producido despues que nuestro planeta hubo empezado á servir de morada á los animales y á las plantas. Esta generalizacion atrevida aunque ya anunciada por Stenon en Italia un siglo antes, fue un paso importante en los progresos de la geología, y ofreció á la clasificacion de las rocas una especie de modelo exacto de algunas de sus divisiones principales. Cerca de medio siglo mas tarde Werner tan justamente célebre por la excelencia de los métodos que imaginó para distinguir los caracteres mineralógicos de las rocas, se encargó de perfeccionar la clasificacion de Lehmann y bajo el nombre de *formaciones de transicion*, intercaló una cuarta clase entre los terrenos primitivos y los secundarios. Habia descubierto entre estos dos últimos terrenos en el Norte de Alemania una serie de capas que bajo el aspecto de sus particularidades mineralógicas ofrecian un carácter intermedio participando hasta cierto punto de la naturaleza cristalina del micasquisto y del esquisto arcilloso aun cuando mostraran en diferentes puntos indicios de un orígen mecánico y restos orgánicos. Para este grupo que formaba un paso entre las rocas primitivas y secundarias de Lehmann, propuso Werner el nombre de *ubergang* ó *transicion*; el nuevo terreno se componia en parte de lechos calizos principalmente de grés y de esquistos arcillosos llamados grauwackes. En el distrito donde Werner hizo sus primeras investigaciones, las capas primitivas y las de transicion se encontraban muy inclinadas, mientras que las capas de rocas fosíferas mas modernas ó rocas secundarias de Lehmann eran horizontales. A estas últimas les dió Werner el nombre de *flotz* ó tabla de nivel y designó todos los depósitos mas modernos que la creta colocada por él á la cabeza de la serie del flotz, con el nombre de *tierras superiores inundadas*, expresion que se puede considerar como equivalente de aluvion, aun cuando comprendiera todas las capas que posteriormente se llamaron terciarias, y sobre las cuales no tuvo Werner mas que ideas muy imperfectas. Pero los geólogos que siguieron á Werner no tardaron en observar que la posicion inclinada de las *capas de transicion* y la horizontalidad del *flotz* ó capas fosilíferas mas modernas eran simples accidentes locales; pronto abandonaron la expresion de *flotz* y las cuatro divisiones de la escuela de Werner recibieron los nombres de *terrenos primitivos de transicion, secundario y aluvial*.

En cuanto á las rocas trapeanas aunque su orígen ígneo hubiera sido ya demostrado por Arduino, Fortis, Faujas y especialmente por Desmarest, Werner continuó considerándolas como de orígen acuoso y como simples miembros subordinados en las series secundarias.

Esta teoría fue llamada *teoría neptuniana*, y durante muchos años tuvo gran popularidad. Admitia que el globo habia estado primitivamente envuelto en un océano caótico universal que tenia todos los elementos de la roca en disolucion. De las aguas de este océano se habia precipitado, primero el granito, el gneiss, y las demás formaciones cristalinas; despues cuando las aguas desembarazadas de estas materias adquieren mayor semejanza con las de nuestros mares actuales, se depositaron á su vez las capas de transicion. Estas capas habian tomado caracteres mixtos; no eran de formacion puramente química, porque las olas y las corrientes habian ya empezado á arrastrar tierra sólida y á producir piedras, arena y hierro; tampoco estaban enteramente desprovistas de fósiles, porque algunos de los primeros animales marinos habian empezado á existir. Despues de este período las formaciones secundarias se habian acumulado en aguas parecidas á las del océano actual excepto en ciertos intervalos en que por causas que no se explicaban se habia verificado una renovacion parcial del *fluido caótico*, durante el cual se formaron las diferentes rocas trapeanas, algunas muy cristalinas. Esta hipótesis gratuita desechaba toda intervencion de la accion ígnea; los volcanes eran considerados como fenómenos modernos, accidentes parciales y superficiales de importancia ligera en comparacion de las grandes causas que habian modificado la estructura exterior del globo.

Mientras tanto Hutton, contemporáneo de Werner, empezaba á demostrar en Escocia, que el granito y el

trapp eran de orígen ígneo, y en diferentes épocas se habian esparcido en estado fluido en las diversas partes de la corteza de la tierra. Reconoció y describió muy exactamente varios fenómenos de los filones graníticos y las alteraciones que habian producido en las capas invadidas, de cuyo asunto se tratará mas adelante. Existe ademas la opinion de que las capas cristalinas llamadas primitivas, no habian sido precipitadas de las aguas de un océano primordial sino que eran capas sedimentarias alteradas por el calor. En los escritos de Hutton, y por consiguiente en los de su comentador Playfair, se encuentra el gérmen de la teoría metamórfica.

Ya hemos dicho algunas palabras acerca de ella en el capítulo primero; será expuesta con mas latitud en los siguientes. Finalmente despues de muchas controversias, la doctrina del orígen ígneo del trapp y del granito adquirió un partido general, pero aunque se admitió como consecuencia que las dos rocas, granito y trapp, habian sido producidas en varias épocas sucesivas, los epítetos de *primitivas* ó *primarias* continuaron aplicándose á las formaciones cristalinas en general, ya estuvieran estratificadas como el gneiss, ó no estratificadas como el granito. Se enseñó en las escuelas que el granito era una roca primaria; pero que algunos granitos eran mas modernos en ciertas formaciones secundarias, y para conformarse con el espíritu del antiguo lenguaje que tenian naturalmente que conservar, los profesores procuraron atenuar la importancia de estos granitos mas modernos, cuyas verdaderas fechas venian á descubrir á cada instante las nuevas observaciones.

Se vió persistir una tendencia no menos pronunciada á conservar el uso del término *transicion* aun despues de probar que esta palabra era tan dudosa en su aplicacion primera como la de *flotz*. La palabra transicion, como hemos dicho, fue usada la primera vez por Wertner con objeto de designar un carácter mineralógico intermedio entre el estado esencialmente cristalino ó metamórfico y el de una roca fosilífera ordinaria. Pero esta expresion adquirió tambien en un principio un significado cronológico por la aplicacion que de ella se hizo á formaciones sedimentarias que en el Hartz y en otras partes de Alemania se encontraban mas antiguas que las menos recientes de la serie secundaria, y estaban ademas caracterizadas por fósiles particulares zoófitos y conchas. Cuando mas adelante encontraron los geólogos en otros distritos rocas estratificadas que ocupaban la misma posicion y contenian fósiles semejantes, les dieron, en conformidad con las reglas que explicaremos en el capítulo inmediato, el nombre de *rocas de transicion*, aunque no ofrecieran siempre la misma testura mineral que las que Werner habia designado con la palabra transicion. Algunas de ellas por el contrario, no eran mas cristalinas que diferentes miembros de la clase de las rocas secundarias, mientras que otras presentaban algunas veces una testura semicristalina y casi un aspecto metamórfico, de modo que merecian igualmente bajo el aspecto litológico, el nombre de rocas de transicion. Esta circunstancia era tan palpable en los Alpes de la Suiza, que ciertas rocas clasificadas muchos años antes por algunos de los mas hábiles discípulos de Werner entre las rocas de transicion, pasaron á ser desde que se conoció mejor su posicion relativa y sus fósiles, parte de las formaciones mas modernas de los grupos secundarios, y aun hoy dia se ha llegado á descubrir que algunas de estas rocas pertenecen á la serie terciaria inferior. Si en este caso particular se hubiera conservado el nombre de transicion, es claro que hubiera debido aplicarse sin relacion á la edad de las capas, y simplemente como expresion de una particularidad mineralógica. La aplicacion que se continúa haciendo de esta palabra á formaciones de una fecha dada, condujo á los geólogos á pensar que las antiguas capas comprendidas bajo esta denominacion, se parecian menos á las formaciones secundarias, que lo que se parecen en realidad, y á imaginar que estas últimas formaciones no pasaban nunca á las rocas metamórficas como lo hacen frecuentemente.

Para conciliar las antiguas ideas sobre la cronología de las formaciones con la nueva doctrina del orígen ígneo del granito, se sustituyó la hipótesis siguiente, á la de los neptunistas. Se ha supuesto que las materias que componen la costra actual de la tierra, en lugar de empezar por una disolucion acuosa ó un fluido caótico, habian estado en un principio en un estado de fusion ígnea, hasta el momento en que, habiéndose difundido una parte del calor en el espacio vecino, la superficie del fluido se solidificó y formó una costra de granito.

Esta envoltura de rocas cristalinas, que mas adelante adquirió un espesor cada vez mayor á medida que se fue enfriando, se hallaba en un principio á una temperatura tan elevada, que el agua no podia existir en su superficie; pero á medida que el sufrimiento aumentó, el vapor acuoso contenido en la atmósfera se condensó, y cayendo en forma de lluvia, dió orígen al primer *océano termal*. El calor de aquel mar hirviente era tal, que ningun ser acuático hubiera podido habitar sus aguas; y los depósitos que se formaron en él, no solo se hallaron desprovistos de fósiles, sino que tomaron como los de algunas fuentes calientes una estructura cristalina bien caracterizada. De aquí el orígen de las capas primarias cristalinas de gneiss, micasquisto y otras.

Cuando posteriormente la capa granítica fue rota en parte, tierras y montañas empezaron á elevarse sobre la superficie de las aguas; las lluvias y los torrentes desegregaron las rocas, y dieron orígen á los sedimentos que se depositaron en el fondo de los mares. Aun cuando no fuera bastante intenso para impedir la aparicion y el desarrollo de algunos seres vivos, el calor que aun subsistia en el seno de la base sólida, era suficiente para aumentar la accion química ejercida por el agua, y durante este estado de cosas tuvo lugar la precipitacion de una parte de los elementos mineralógicos que quedaron en el *Océano primordial*; de aquí resultaron depósitos (capas de transicion de Werner) formados por la vía, mitad química y mitad mecánica, y que contuvieron algunos fósiles.

Esta nueva teoría, que no era en parte mas que una resurreccion de la doctrina de Leibnitz, publicada en 1680, sobre el orígen ígneo de nuestro planeta, mantenia las antiguas ideas sobre la formacion de las rocas cristalinas antes de toda aparicion de los seres vivos, y con ella se perpetuó la opinion errónea de que todas las rocas semi-cristalinas y fosilíferas en parte pertenecian á un período distinto, mientras que las formaciones terrosas y no cristalinas databan de una época mas reciente.

Puede ser cierto, como puede ser falso segun lo ha pensado Leibnitz, que nuestro planeta se haya encontrado en otro tiempo en un estado de liquidacion ígnea; pero no existe ciertamente ninguna prueba geológica de que el granito que constituye la base de una porcion tan grande de la costra terrestre, se haya encontrado en un estado de fusion universal. Todo hace creer, por el contrario, que la formacion del granito, lo mismo que el depósito de las rocas estratificadas, ha sido sucesiva, y que diferentes porciones de este granito no han estado en fusion sino en épocas muy distintas y frecuentemente lejanas. Tal masa se ha solidificado, y ha sido rota antes que otra masa de materia granítica haya sido inyectada en la primera ó la haya atravesado en forma de filones. Algunos granitos son mas antiguos que ninguna de las rocas fosilíferas; otros son secundarios, y algunos, como el del monte Blanco, y de una parte de la cordillera central de los Alpes, son de orígen terciario. En una

palabra, la fluidez universal de los cimientos cristalinos de la costra terrestre, no pueden tenderse sino en el sentido de la universalidad del antiguo Océano. Todas las tierras han estado bajo el agua, pero no todas lo han estado al mismo tiempo; del mismo modo todas las rocas subterráneas no estratificadas hasta las cuales podemos llegar, se han hallado en estado de fusion, pero cada una en tiempos diferentes.

En este tratado, las cuatro grandes clases de rocas, acuosas, plutónicas, volcánicas y metamórficas, formaran cuatro columnas paralelas ó casi paralelas reunidas en un cuadro cronológico. Se consideraran como cuatro órdenes de monumentos, que se refieren á cuatro series de acontecimientos contemporáneos, ó casi contemporáneos. Al tratar de las rocas plutónicas procuraremos hacer comprender cómo ciertas masas que pertenecen á cada una de las cuatro clases de rocas, han podido producirse simultáneamente en cada período geológico, y como desde tiempos muy remotos, la costra terrestre ha pódido modificarse continuamente en su forma por encima y por debajo bajo la influencia de las causas acuosas y de las causas ígneas. Asi como se forman hoy capas acuosas y fosilíferas en ciertos mares y ciertos lagos, mientras que en otros puntos se ven aparecer rocas volcánicas salidas de los reservatorios de materias fundidas que existen á grandes profundidades de las entrañas de la tierra; del mismo modo en cada época del pasado, se han producido en la superficie depósitos fosilíferos y rocas ígneas en concurrencia con otros depósitos subterráneos y de orígen plutónico, al mismo tiempo que ciertas capas sedimentarias, sometidas á la accion del calor, han adquirido una estructura cristalina ó metamórfica.

No puede asegurarse que durante todos estos cambios, la costra sólida de la tierra haya aumentado en espesor. Se ha demostrado, que en lo que concierne á la accion acuosa, lo ganado por los depósitos de agua dulce, y lo perdido por la desnudacion, se ha compensado en cada período; lo mismo ha debido suceder para la porcion inferior de la costra terrestre, y el beneficio en nuevas rocas cristalinas en cada época sucesiva, no ha hecho mas que contrabalancear la pérdida que resultaba de la fusion de las materias anteriormente solidificadas. En cuanto á la antigüedad relativa de los cimientos cristalinos de la costra terrestre, comparado con el de las rocas fosilíferas y volcánicas que sostienen, hemos probado ya que el formular una opinion sobre este asunto, es tan difícil, como decidir si en una ciudad antigua edificada sobre estacas, son mas antiguos los cimientos ó los edificios. Hemos visto que para responder á esta pregunta, se necesitaba en primer lugar poder decir si el trabajo de destruccion y reparacion se habia verificado mas rápidamente arriba ó abajo; si la duracion de las estacas habia excedido á la de las construcciones de piedra, ó habia sido menor. Lo mismo sucede respecto á la edad relativa de las porciones superior é inferior de la costra terrestre; no se puede aventurar ni aun una simple conjetura, hasta saber si el agua que obra por encima ó el calor que obra por debajo, es el mas eficaz, para dar nuevas formas á la materia sólida.

Despues de las observaciones que preceden, el lector comprenderá que se puede renunciar enteramente á la palabra *primario*, ó que en caso de conservarse, se debe definir de diferente modo, y no usarla para designar un grupo de rocas cristalinas, algunas de las cuales son ciertamente mas recientes que ninguna de las formaciones secundarias. En este tratado se seguirá casi constantemente, el método propuesto por Boue, que reune bajo el nombre de *primarias*, todas las rocas *fosilíferas*, mas antiguas que las secundarias. Para evitar la confusion usaremos algunas veces, explicando estas últimas, el nombre de formaciones primarias fosilíferas, porque la palabra primaria ha expresado generalmente hasta hoy, la idea de una roca no fosilífera. Con el mismo objeto, ciertos geólogos, conservando las expresiones secundario y terciario, han sustituido á la palabra primario la de *paleozóico*, (de παλαιόν, antiguo, y ζῶον, ser organizado). Phillips, por espíritu de uniformidad, ha propuesto para secundario la palabra *mesozoico*, (derivada de μεσος, medio, etc.), y para terciario *cainizoico* (de καινος, reciente, etc.); pero las palabras primario, secundario y terciario, son sinónimas de las anteriores, y tienen en su favor el derecho de prioridad.

Toda roca plutónica, volcánica ó metamórfica, que probemos ser mas antigua que las formaciones secundarias, será pues para nosotros, una roca primaria, Boue, que con razon ha excluido como clase de las formaciones primarias las rocas metamórficas, ha propuesto llamarlas *esquistos cristalinos*.

Asi como hay capas fosilíferas secundarias, asi tambien existen rocas plutónicas, volcánicas y metamórficas, contemporáneas de las anteriores; las aplicaremos el nombre de secundarias.

En el capítulo inmediato haremos ver que las capas superiores á la creta, han sido llamadas terciarias. Si descubrimos, pues, algunas rocas volcánicas, plutónicas ó metamórficas, que hayan sido engendradas despues del depósito de la creta, las colocaremos tambien entre las formaciones terciarias.

Se objetará, quizá, que ciertas capas metamórficas y algunos granitos, son anteriores á las rocas fosilíferas primarias mas antiguas. Esta opinion es sin duda fundada, y será examinada en los capítulos siguientes; pero conviene observar aquí que cuando expongamos en una tabla cronológica las cuatro clases de rocas en cuatro columnas paralelas, no pretendemos que estas cuatro columnas sean de igual longitud; una de ellas puede empezar mas abajo, y otra mas arriba. En la corta porcion del globo que se ha reconocido hasta hoy, es difícil que se hayan descubierto los miembros mas antiguos y mas modernos de cada una de las cuatro clases de rocas. Asi, sabemos que existen rocas primarias, secundarias y terciarias de la clase de las que han sido formadas por el agua ó que son fosilíferas, é igualmente formaciones primarias, secundarias y terciarias hipogenas, pero podemos no conocer aun las mas antiguas de las capas primarias fosilíferas, ó las mas modernas de las capas hipogenas.

CAPITULO IX.

DE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS ACUOSAS.

En el último capítulo hemos hablado de una manera general de las relaciones cronológicas de las cuatro grandes clases de rocas, al presente vamos á tratar de las rocas acuosas en particular, ó de los períodos sucesivos durante los cuales se han depositado las diferentes formaciones fosilíferas.

Tres caracteres principales pueden servir para determinar la edad de un grupo de capas; primero, la superposicion; despues, el carácter mineralógico, y por último, los restos orgánicos. Una cuarta especie de carácter puede ofrecer tambien algunos datos; este es, el que existan en el seno de un depósito fragmentos pertenecientes á una roca anterior; este carácter permite establecer la edad relativa de las dos rocas, aun á falta de otro testimonio.

Superposicion. Para determinar la edad de un depósito acuoso comparativamente con la de otro del mismo género, el principal carácter es la posicion relativa. Ya hemos dicho que en una serie de capas horizontales, la primera empezando por arriba era la mas moderna, y la última la mas antigua. La serie de

formaciones sedimentarias, son, como los tomos sucesivos de una historia, que cada escritor despues de haber trazado los acontecimientos de su siglo, hubiera colocado sobre el tomo que contuviera los anales del período anterior, de manera que la última página se encontrará encima. De este modo se formaria con el tiempo un alto monton de crónicas, y su posicion bastaria para indicar el órden y sucesion de los acontecimientos que en ellas se refirieran.

Existen, sin embargo, regiones en que, como hemos dicho, las capas han sido descompuestas, dislocadas, y algunas veces enteramente trastornadas; pero un geólogo experimentado, no se deja extraviar fácilmente por estos casos excepcionales. Cuando encuentra capas fracturadas, encorvadas, inclinadas ó verticales, sabe de antemano que necesita buscar el órden primitivo de superposicion, y procura encontrar en algun distrito de la inmediacion, cortes en que las capas hayan permanecido horizontales ó muy ligeramente inclinadas. Solo despues de haberlo conseguido conoce el verdadero órden de sucesion de la serie de los depósitos y posee la clave que establece la cronología de las capas aun en los puntos en que la alteracion ha sido considerable.

Carácter mineralógico. Si las capas que forman las rocas no han sido alteradas, estas conservan frecuentemente un carácter mineralógico en una extension de algunos kilómetros y aun de algunos centenares de kilómetros, en el sentido horizontal; pero en el sentido vertical ó en cualquiera direccion oblicua á los planos de estratificacion esta identidad cesa casi inmediatamente y no se puede penetrar en la masa estratificada á la profundidad de algunos centenares de metros, sin encontrar una sucesion de capas muy diferentes, unas de grano fino y otras de grano grueso; algunas de orígen mecánico, otras de orígen químico; aquí la roca es caliza, allí arcillosa, mas allá silícea. Esta circunstancia conduce á deducir que los ríos y los torrentes han esparcido el mismo sedimento en extensas superficies, durante el mismo período geológico; pero que en épocas sucesivas han depositado en una region dada, materias muy diferentes. Los primeros observadores han sido tan sorprendidos por las grandes extensiones en que se puede seguir la misma roca homogénea, que sin vacilar han deducido que el globo entero estaba cubierto por una sucesion de formaciones acuosas distintas, dispuestas alrededor del núcleo del planeta, como las capas concéntricas de una cebolla. Pero aunque en realidad, algunas formaciones sean continuas en superficies tan extensas como la mitad de Europa y aun mas, la mayor parte de ellas se hallan encerradas en límites mucho mas estrechos y cambian muy pronto de carácter litológico. Algunas veces se adelgazan gradualmente como si el sedimento hubiera disminuido, ó acaban de repente como si hubieran llegado á la orilla del antiguo mar ó lago que les servia de receptáculo. Tampoco es raro verlas variar de aspecto mineralógico y de composicion en el sentido horizontal. Por ejemplo, una caliza podrá en una longitud de 150 kilómetros volverse cada vez mas arenácea hasta pasar al estado de arena ó al de gres; y á su vez este gres cuya continuidad con la caliza indica que es de la misma edad, se continuará en una extension semejante ó quizá mayor.

Restos orgánicos. Este carácter puede utilizarse como criterio de la edad de una formacion, ó del orígen contemporáneo de dos depósitos en puntos separados; sin embargo, se haran las mismas reservas que para el carácter mineralógico.

En primer lugar cuando se siguen las capas en la direccion de sus planos se pueden encontrar los mismos fósiles, sino en superficies ilimitadas, al menos en muy vastos espacios.

En segundo lugar, mientras que los mismos fósiles dominan en un grupo particular de capas en una longitud de algunos centenares de kilómetros en el sentido horizontal, se encuentran rara vez los mismos restos en una profundidad de algunos metros, y muy rara vez en la de algunos centenares de metros al través de las capas. Este hecho ha sido demostrado en casi todas las partes del globo, y se ha deducido que en diferentes épocas, la misma superficie inundada ó seca, habia sido habitada por especies de animales y de plantas mas diferentes entre sí, que las que pueblan hoy dia los antípodas ó que existen en las zonas árctica, templada y tropical. Se habrian verificado desde los tiempos mas remotos, apariciones sucesivas de nuevas formas orgánicas, y destrucciones correspondientes de formas preexistentes; algunas especies se habrian mantenido mas largo tiempo, otras habrian tenido una duracion mas corta, pero ninguna habria reaparecido despues de haber sido destruida. La ley que habria regido la creacion y la destruccion de las especies, parece expresada en este verso de Ariosto:

natura il fece, e poi ruppe la stampa

«la naturaleza le creó y despues rompió el molde.»

Esta circunstancia da á los fósiles un gran valor como carácter cronológico, concediendo á cada uno de ellos la autoridad que pertenece en la historia á las medallas contemporáneas de los acontecimientos.

No se puede decir otro tanto de cada variedad particular de rocas, algunas, por ejemplo, la marga roja y el gres rojo, se encuentran á la vez en la cumbre, en la base y en el medio de la serie sedimentaria, y muestran en cada uno de estos puntos una identidad tan completa, que apenas se las puede distinguir. Sin embargo, como rara vez se han verificado repeticiones tan exactas de las mismas materias de sedimento en épocas sucesivas en un mismo punto del globo, aun en los sitios en donde se han producido, hay poco peligro de confundir las épocas de los depósitos, si se pueden estudiar los fósiles y la posicion relativa de las capas.

Hemos hecho notar que las mismas capas de restos orgánicos, no podian continuarse horizontalmente, es decir, en la direccion de los planos de estratificacion en superficies infinitas; la analogía exigia que fuese asi, porque cuando se examina la distribucion actual de los seres vivos, se encuentra que la superficie habitable del mar y de la tierra se halla dividida en un número considerable de provincias distintas, cada cual poblada por un conjunto particular de animales y de plantas. En algunas obras de geologia se ha procurado determinar la extension y el orígen probable de estas circunscripciones; se ha demostrado que el clima no era mas que una de las muchas causas que las producen y que la diferencia de longitud como la de latitud, iba generalmente acompañada de una diferencia de especies indígenas.

Si pues, los diferentes mares ó lagos estan habitados durante un mismo período por especies diferentes de animales y de plantas acuáticas, y si las tierras inmediatas estan pobladas asimismo de especies terrestres distintas, es indudable que se podran encontrar fósiles distintos, sepultados en depósitos contemporáneos. Si asi no fuese, si las mismas especies abundáran en cada clima y en cada parte del globo donde se encontráran reunidas, la correspondencia de temperatura y las otras condiciones favorables á su desenvolvimiento, la determinacion de la contemporaneidad de las masas minerales por medio de sus contenidos orgánicos, ofreceria mucha mas certeza.

Sin embargo, la extension de ciertas provincias zoológicas particulares especialmente de las que son habitadas por animales marinos, es hoy dia muy considerable; nuestros descubrimientos geológicos han

demostrado que las mismas leyes han prevalecido en épocas remotas, porque los fósiles muchas veces son idénticos en vastas superficies y aun en depósitos separados de rocas que varian entre sí completamente en cuanto á su naturaleza mineralógica.

Se comprenderan mejor las consideraciones que anteceden, si se reflexiona en lo que sucede actualmente en el Mediterráneo. Este mar, puede ser considerado como una sola provincia zoológica, porque aunque ciertas especies de testáceos y de zoófitos sean muy locales en él y cada region tenga probablemente ciertas especies que le sean propias, un número considerable de los mismos seres organizados se encuentra en toda su extension. Si el lecho de este mar llegase un dia á quedar en seco, los restos orgánicos suministrarian á los geólogos un medio seguro de determinar el orígen contemporáneo de las varias masas minerales esparcidas en un espacio que iguala la mitad de Europa.

Es sabido que hay depósitos hoy dia en via de formacion en los deltas del Po, del Ródano, del Nilo y de otros rios que difieren unos de otros por la naturaleza de su sedimento, segun la composicion de las montañas de donde proceden estos rios. Existen aun otros puntos del Mediterráneo, tales como la costa de Campania, la inmediata al Etna en Sicilia, ó el Archipiélago griego, en los cuales se halla en via de formacion otra clase de rocas. Lluvias de cenizas volcánicas caen accidentalmente en aquel mar, y corrientes de lavas surcan su fondo; ademas, en el intervalo de las erupciones, lechos de arena y de arcilla se acumulan frecuentemente por efecto de la destruccion de los precipicios, ó de la afluencia de las aguas turbias de los rios; finalmente, calizas, tales como los travertines italianos, se precipitan por diferentes puntos de las fuentes minerales que brotan del fondo del mar. Todas estas formaciones separadas tan diversas por sus caracteres litológicos, contienen los restos de las mismas conchas, corales, crustáceos, y peces, ó por lo menos, los restos comunes á las diferentes localidades, se encuentran en ellas en número bastante considerable para autorizar al geólogo á referirlos todos á un solo conjunto de especies contemporáneas.

Ciertas combinaciones en las circunstancias geográficas, pueden hacer, sin embargo, que provincias distintas de animales y de plantas, no esten separadas una de otra sino por límites estrechos, y capas formadas en regiones contiguas se diferenciaran esencialmente en cuanto á su contenido mineralógico y á sus restos orgánicos. Los testáceos, zoófitos y peces del mar Rojo, por ejemplo, son como grupo, muy distintos de los que habitan las partes adyacentes del Mediterráneo, aun cuando los dos mares no se hallen separados mas que por el estrecho istmo de Suez. Entre las conchas bivalvas, segun Philipps, solo una quinta parte son comunes al mar Rojo y al mar que rodea la Sicilia, mientras que la proporcion de los univalvos ó gasterópodos, es aun mas débil y no pasa del 16 por ciento. Algunas formaciones calcáreas se han acumulado en gran cantidad en el mar Rojo en tiempos modernos y contienen conchas fósiles de especies vivas. Sabemos tambien que en la embocadura del Nilo, se forman grandes depósitos de limo, que envuelven restos de especies mediterráneas. Asi, pues, si en alguna época futura el lecho del mar Rojo llegara á quedar en seco, el observador experimentaria grandes dificultades para establecer la edad relativa de estas formaciones desemejantes á la vez por sus caracteres orgánicos y mineralógicos, aunque de orígen contemporáneo.

Por otra parte no se debe olvidar que las costas Nor-oeste del golfo Arábigo, las llanuras de Egipto y el istmo de Suez, forman parte de una sola provincia de especies terrestres, y que los arroyos, las inundaciones accidentales, y los vientos que lanzan nubes de arena al través de los desiertos, pueden conducir al mar Rojo las conchas de testáceos terrestres y fluviátiles que el Nilo abandona en su delta, mezclarlas con algunos restos de plantas terrestres y osamentas de cuadrúpedos, de tal manera, que á pesar de la diferencia de su composicion mineral y á pesar de sus fósiles marinos, los grupos de capas nos presenten aun pruebas de su contemporaneidad.

Sin embargo, aunque los rios puedan asi arrastrar los mismos despojos fluviátiles y terrestres, que en varios mares habitados por especies marinas diferentes, será con mucha mas frecuencia posible establecer la contemporaneidad de especies terrestres que pertenezcan á provincias zoológicas y botánicas, distintas por la identidad de los seres marinos que han habitado el espacio intermedio. Los cuadrúpedos terrestres y las conchas del Sur de Europa, del Norte de Africa y del Nor-oeste de Asia, se diferencian considerablemente entre sí, y sin embargo, sus restos son conducidos juntos al seno del Mediterráneo por los rios que cruzan estas regiones.

En algunas partes del globo, en nuestros dias, la línea de demarcacion entre provincias distintas, de animales y de plantas, no está perfectamente marcada, sobre todo hácia los puntos en que los cambios de Fauna y de Flora son determinados por la temperatura, como en los mares que se extienden de la zona templada á la zona tropical, ó de la zona templada á las regiones árcticas; en cada uno de estos puntos se reconoce el paso de un grupo de especies al otro. Asi, solo estudiando formaciones particulares de épocas distantes unas de otras, llega el geólogo algunas veces á encontrar la transicion de una antigua provincia á otra, despues de haber observado los fósiles de todos los puntos intermedios. El éxito de sus investigaciones sobre la geografía zoológica ó botánica de estos períodos distantes dependen principalmente de una circunstancia, á saber: que el carácter mineralógico no estará sujeto á variar por el clima. Si un ancho rio arrastra limo amarillo ó rojo hácia cualquier punto del Océano; si este limo es mas tarde dispersado por una corriente en una extension de algunos centenares de kilómetros, de modo que pase de los trópicos á la zona templada; y si posteriormente el fondo del mar llega á elevarse, los restos orgánicos sepultados en estas capas amarillas ó rojas podran indicar los diferentes animales ó plantas que han habitado en otro tiempo simultáneamente regiones templadas y regiones ecuatoriales.

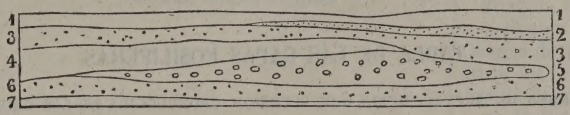
En general puede suceder que grupos de las mismas especies de animales y de plantas, se extiendan sobre superficies mas dilatadas, que los depósitos de igual composicion; en este caso, los caracteres paleontológicos, tendran mayor importancia en la clasificacion geológica, que el carácter de la composicion mineral. Pero seria ocioso discutir el valor relativo de estos caracteres; se prestan un auxilio mutuo indispensable, y sucede afortunadamente que cuando falta uno de ellos se puede casi siempre aprovechar el otro.

Carácter que ofrece la inclusion de fragmentos de rocas mas antiguas. Hemos visto que cuando se encuentran fragmentos de roca, antiguos, envueltos en una roca mas moderna, pueden servir algunas veces para deducir la prueba de la edad relativa de dos formaciones. Esta prueba, es en ciertos casos de una aplicacion muy útil, por ejemplo, cuando el geólogo no posee cortes bien marcados que indiquen el verdadero órden de posicion de las formaciones cuya edad relativa quiere determinar, ó cuando las capas de cada grupo afectan una direccion vertical. En estos diferentes casos, se observa algunas veces que las rocas mas modernas, se derivan en parte de la degradacion de rocas mas antiguas. Asi en

tal punto de una comarca se encuentra creta con pedernal, y en tal otro una formacion distinta, que consiste en depósitos alternativos de arcilla, arena y piedras. Si algunas de estas piedras son pedernales análogos á los anteriores, que contienen conchas fósiles, esponjas y foraminíferos de las mismas especies que las de la creta, se puede deducir, que la creta es la mas antigua de las dos formaciones.

Grupos cronológicos. El número de grupos que se pueden establecer en las capas fosilíferas, es mas ó menos considerable segun el punto de vista en que uno se coloque para la clasificacion; pero cuando se ha adoptado un sistema de arreglo, se observa pronto que no se encuentra en superposicion continua mas que un corto número de grupos de la serie total.

Hemos explicado anteriormente el adelgazamiento de las capas; la presente figura, representa siete grupos fosilíferos en vez de un número igual de capas



particulares. Hácia su parte media se observan todas las formaciones en superposicion; pero por efecto de su adelgazamiento, algunas, tales como los números 2 y 5 faltan en uno de los extremos del corte y el número 4 en el otro extremo.

Para establecer una sucesion cronológica de grupos fosilíferos, el geólogo debe empezar por un corte aislado que presenta varias series de capas que reposen una sobre otra. Despues sigue estas capas dejándose conducir por su carácter mineralógico y sus fósiles todo lo lejos que sea posible del punto de partida. Cada vez que encuentra nuevos grupos, se asegura por la superposicion, de su edad relativamente á la de los que ya tiene examinados, y llega asi á clasificarlos en un cuadro de conjunto.

Por este procedimiento, los geólogos alemanes, franceses é ingleses, han determinado la sucesion de las capas en una gran parte de Europa; y á consecuencia de esta determinacion han adoptado generalmente los grupos siguientes, cuya mayor parte tienen su representacion en las islas británicas.

Grupos de capas fosilíferas observadas en la Europa occidental, clasificadas por series llamadas descendentes, es decir, empezando por las mas modernas.

1	Post-Pliócena, comprendiendo las capas recientes ó del período del hombre.	
2	Nuevo Plioceno ó Pleistoceno.	Terciario, Supercretáceo ó Cainozóico.
3	Antiguo Plioceno.	
4	Mioceno.	
5	Eoceno.	
6	Creta	Secundario ó Mesozóico.
7	Gres verde y Weald.	
8	Oolita Superior comprendiendo el Purbek.	
9	Oolita Mediana.	
10	Oolita Inferior.	
11	Lias.	
12	Trias.	
13	Permiano.	Primario Fosilífero ó Paleozóico.
14	Hullífero.	
15	Antiguo Gres Rojo ó Devoniano.	
16	Siluriano Superior.	
17	Siluriano Inferior.	
18	Cambriano y capas fosilíferas las mas antiguas.	

Lejos se está de entender que las tres principales divisiones del cuadro que antecede, llamadas primaria, secundaria y terciaria, sean de una importancia igual, ni que los diez y ocho grupos subordinados comprendan monumentos que se refieran á cantidades iguales de tiempo ó á páginas equivalentes de la historia de la tierra. Pero se puede afirmar que se refiere cada uno á períodos particulares durante los cuales han vivido ciertas especies animales y vegetales. Limitadas la mayor parte á sus épocas respectivas, y durante las cuales tambien se han depositado sedimentos de diferentes clases en el espacio que hoy ocupa la Europa.

Si tomando por base la paleontologia, quisiéramos dividir la serie fosilífera entera en varios grupos menos numerosos que los de la tabla que antecede, y caracterizarlos de una manera mas extricta que las divisiones llamadas primaria, secundaria y terciaria, podriamos quizá adoptar los seis grupos ó períodos que damos en la tabla siguiente.

Pero, haremos observar, que en el estado actual de la ciencia, en una época en que no hemos podido aun comparar los caracteres suministrados por todas las clases de fósiles, ni aun de los que se hallan esparcidos en mayor extension, tales como las conchas, corales y peces, semejantes generalizaciones serian prematuras y no podrian admitirse sino como conjeturas ó bosquejos, hasta el establecimiento de grandes grupos naturales.

Capas fosilíferas de la Europa occidental divididas en seis grupos.

1	Post-Plioceno y Terciario.	Del Post-Plioceno al Eoceno inclusive.
2	Cretáceo.	De la Creta de Maestricht al Weald inclusive.
3	Oolítico.	Del Purbeck al Lias inclusive.

4 Triásico.	Comprende el Keuper, el Muschelkalk y el Bunter-Sandstein de los alemanes.
5 Permiano, carbonífero y devoniano.	Comprende la Caliza Magnesiana (Zechstein), el Terreno Hullífero, la Caliza de montaña y el Gres Rojo Antiguo.
6 Siluriano y cambriano.	Desde el siluriano superior hasta las rocas fosilíferas mas antiguas inclusive.

La lista siguiente en que las capas fosilíferas se encuentran divididas en treinta y cinco secciones, será mas necesaria al lector cuando siga en los capítulos siguientes las descripciones de las formaciones sedimentarias.

TABLA DE LAS CAPAS FOSILIFERAS

MOSTRANDO EL ÓRDEN DE SUPERPOSICION Ó DE SUCESION CRONOLÓGICA DE LOS GRUPOS PRINCIPALES.

Períodos y grupos.	*Ejemplos en Inglaterra.*	*Equivalentes y sinónimos.*
I. POST-TERCIARIO.		1. TERRENOS CONTEMPORÁNEOS Y CUATERNARIOS.
A. POST-PLIOCENO.		
Reciente.	Turba de la Gran-Bretaña y de Irlanda con restos humanos. Llanuras aluviales del Támesis, del Mersey y del Rother con restos de buques.	Parte del Terreno Cuaternario de los autores franceses. Parte moderna de los deltas, del Rhin, Nilo, Ganges, Mississipi, etc. Parte moderna de los arrecifes de corales del mar Rojo y del Océano pacífico. Capas marinas comprendiendo el templo de Serapis en Puzzola. Capas de agua dulce, comprendiendo el templo de Cachemira.
2 Post-plioceno.	Playa antigua levantada de Brighton. Aluvion, guijo, tierra de ladrillos, etc., con conchas, fósiles de especies vivas, pero algunas veces localmente extinguidas, y con osamentas de animales terrestres, en parte de especies extinguidas; sin restos humanos.	Parte del Terreno Cuaternario de los autores franceses. Toba volcánica de Ischia con especies vivas de conchas marinas, y sin restos humanos ni objetos de arte. Loess del Rhin con conchas recientes de agua dulce y osamentas de mamut. Parte la mas reciente de la formacion de transporte de la Suecia. Bluffs del Mississipi.
II. TERCIARIO.		
B. PLIOCENO.		II. TERRENOS TERCIARIOS.
3 Nuevo plioceno ó pleistoceno.	Drift glaciario ó formacion de transporte de Norfolk, del Clyde en Escocia y de la Galles del Norte. Cray de Norwich.—Depósitos de cavernas de Kirkdale, etc., con osamentas de cuadrúpedos extinguidos vivos.	Terreno cuaternario. Diluvio. Terrenos terciarios superiores. Transporte de las neveras de la Europa septentrional; del Norte de los Estados-Unidos; errático de los Alpes. Caliza de Girgenti. Cavernas de brechas huesosas de la Australia.
4 Antiguo plioceno.	Crag rojo de Suffolk. Crag de corales de Suffolk.	Capas sub-apeninas. Colinas de Roma, Monte Mario, etc. Crag de Amberes y de Normandía. Depósitos Aralo-Caspianos.
C. MIOCENO.		C. TERRENOS TERCIARIOS MEDIANOS, PARTE SUPERIOR Ó FALUNS.
5 Mioceno.	Capas marinas de esta época que faltan en las islas británicas. Lecho en hojas de Mull en las Hébridas. Lignito de Antrim.	Faluniano superior de Orbigny. Faluns de Turena. Parte de las capas de Burdeos. Capas del Bolderberg en Bélgica. Parte de la cuenca de Viena. Parte de la Molassa suiza. Arenas de James-River, y de Richmond en Virginia en los Estados-Unidos.

Períodos y grupos.	*Ejemplos en Inglaterra.*	*Equivalentes y sinónimos.*
EOCENO.		
6 Eoceno superior. (Mioceno inferior de algunos autores).	Capas de Hempstead cerca de Yarmouth, isla de Wigth.	Parte inferior del terreno terciario mediano. Caliza lacustral superior y gres de Fontainebleau. Parte de las capas lacustrales de Auvernia. Capas de Klein Spawen ó de Limburg en Bélgica.—Sistema Rupeliano y Tongriano de Dumont. Cuenca de Maguncia. Parte del Lignito de Alemania. Arcilla de tejas de Hermsdorf cerca de Berlin.
7 Coceno mediano.	1 Capas de Bembridge ó de Binstead isla de Wight. 2 Serie de Osborna ó de Santa Elena. 3 Serie de Headon. 4 Sand Hills de Headon y arcilla de Barton. 5 Capas de Bagshot y de Brocklesham. 6 Falta.	1 Serie Yesosa de Montmartre y Caliza Lacustral Superior. 2 y 3 Caliza Silícea. 2 y 3 Gres de Beauchamp ó arenas medianas; capas de Laeoken en Bélgica. 4 y 5 Caliza Gruesa Superior y Mediana. 5 Lechos Bruxelianos ó de Bruselas, de Dumont. 5 Caliza Gruesa Inferior ó Glauconia Grosera. 5 Capas de Claiborne en Alabama, en los Estados-Unidos, 5 y 6 Formacion Nummulítica de la Europa, del Asia, etc. 6 Arenas del Soissonnés ó Lechos Conchíferos.
8 Eoceno inferior.	1 Arcilla de Londres y lechos de Boagnor. 2 Arcillas plástica y abigarrada, y arenas; lechos de Woolwich. 3 Arenas de Thanet.	1 Falta en la cuenca de París; se encuentra en Cassel en la Flandes francesa. 2 Arcilla Plástica y Lignito. 3 Landeniano Inferior de Bélgica en parte.
III. SECUNDARIO. *E*. CRETACEO. CRETACEO SUPERIOR.		III. TERRENOS SECUNDARIOS. E. TERRENOS CRETACEOS.
9 Capas de Maestricht.. . . .	Falta en Inglaterra.	9 Daniano de Orbigny. Caliza pisolitica de las cercanías de París. Capas de Maestricht. Caliza Coralina de Faxoe en Dinamarca,
10 Creta blanca superior. . . .	Creta blanca con pedernal, en los Downs Norte y Sur.	10 Senoniano de Orbigny. Creta blanca con pedernal. Obere Kreide de los Alemanes. Quadersandstein Superior de los mismos. Scaglia de los Italianos.
11 Creta blanca inferior. . . .	Creta sin pedernal y marga cretácea. Marga cretácea.	Caliza de Hippuritas de los Pirineos, Turoniano de Orbigny ó Creta Tobácea de Turena. Creta arcillosa de algunos autores franceses. Planerkalk superior de Sajonia.
12 Gres verde superior. . . .	Arena movediza con granos verdes brillantes. Piedra de chispa de Mersthan en Surrey. Piedra margácea con chert de la isla de Wight.	Gres verde superior. Glauconia cretácea. Creta cloritada. Cenomaniano de Orbigny. Quadersandstein Inferior de los Alemanes,

Periodos y grupos.	*Ejemplos en Inglaterra.*	*Equivalentes y sinónimos.*
13 Gault.	Marga azul oscura de Kent. Marga ó arcilla de Folkstone. Lechos de Blackdowne, gres verde y chert, del Devonshire.	Gres verde superior } en parte. Glauconia cretácea } en parte. Albiano de Orbigny. Planer inferior de Sajonia.
CRETÁCEO INFERIOR Ó NEOCOMIANO.		
14 Gres verde inferior.	Arena con materia verde, weald de Kent y de Sussex. Caliza (rag de Kent). Arenas y arcilla con concreciones calizas y chert. Arcilla de specton en Yorbshire.	Grés verde inferior. Necomiano superior. Aptiano de Orbigny. Hils-conglomerat de los Alemanes. Hils-thon de Brunswick.
15 Wealdiano. (Arcilla wealdiana y arenas de Hastings).	Arcilla con fajas occidentales de caliza.—Weald de Kent, de Surrey, y de Sussex. Arena con gres, caliza y arcilla de Hastings, Cuckfield y Sussex.	Formacion Wealdiana. Neocomiano inferior.
F. OOLITA.		F. TERRENOS JURÁSICOS EN PARTE.
OOLITA SUPERIOR.		
16. Lechos de purbeck. . . .	Purbeck superior, mediano é inferior de Dorsetshire y de Wilts.	Serpulitenkalk de Dunker, y capas asociadas de Wælder formation del Norte de Alemania.
17. Lechos de portland. . . .	Piedra de Portland y arena de Portland.	Grupo portlándiano de Beudant.
18. Arcilla de Kimmeridge. . .	Arcilla de Kimmeridge en el Dorsetshire.	Kimmeridgiano de Orbigny. Caliza con grifeas virgulas de Thierria. Arcillas de Honfleur, de Beaumont y Dufrenoy.
OOLITA MEDIANA.		
19. Coral-rag.	Gres calizo. Coral-rag ó caliza oolítica con corales de Oxfordshire.	Grupo coralino de Beudant. Coralina de Orbigny. Caliza de Nerineas, de Thurmann y Thirria.
20. Arcilla de Oxford.	1. Arcilla azul oscura de Oxfordshire y de los condados del Midlad. 2. Caliza concrecionada con conchas llamada roca de Kelloway.	1. Oxfordiano superior de Thurmann. 2. Oxfordiano inferior ó Caloviano de Orbigny.
OOLITA INFERIOR.		
21. Grande oolita ú oolita de Bath.	1. Cornbrash y Gorest Marble. 2. Grande oolita y esquistos de Stotesfield, Bath.	Batoniano de Omalius de Halloy. Grande oolita. Caliza de Caen.
22. Oolita inferior.	Tierra de batanero cerca de Bath. Piedra de sillería caliza y arenas amarillas de las colinas de Cotteswold en el Gloucestershire. Colina de Dumdry cerca de Bristol.	Oolita inferior. Oolita ferruginosa de Normandia. Oolita de Bayeux. Bayociano de Orbigny.
G. LIAS.		G. TERRENOS JURASICOS EN PARTE.
23. Lias.	1. Lias superior. 2. Marga. 3. Lias inferior.	1. Parte superior del lias de Thirria. Toarciano de Orbigny. 2. Lias mediano. Liasiano de Orbigny. 3. Caliza de Grifea arqueada. Sinemuriano de Orbigny. Cuenca hullífera cerca de Richmond en Virginia.
H. TRIAS. (*Nuevo gres rojo superior.*)		H. NUEVO GRES ROJO.
24. Trias superior.	Gres salíferos y yesosos; esquistos de Cheshire. Lechos con osamentas de Axmouth en Devon.	Keuper de los Alemanes. Margas irisadas de los Franceses. Saliferiano de Orbigny.

Períodos y grupos.	*Ejemplos en Inglaterra.*	*Equivalentes y sinónimos.*
25. Trias mediano ó Muschelkalk.	Falta en Inglaterra.	Muschelkalk de los alemanes. Caliza conquiliana de Brongniart. Caliza de ceratitas de Cordier. Conquiliano de Orbigny (en parte).
26. Trias inferior.	Gres rojo y blanco de Lancashire y Cheshire.	Buntersandstein de los alemanes. Gres abigarrado. Conquiliano de Orbigny (en parte).
VI. PRIMARIO.		IV. TERRENOS DE TRANSICION.
I. PERMIANO, ó CALIZO MAGNESIANO. (*Nuevo gres rojo inferior*).		TERRENOS PALEOZOICOS. I. CALIZA MAGNESIANA.
27. Permiano ó calizo magnesiano.	1. Caliza concrecionada de Durham y del Yorkshire. 2. Caliza brecha. 3. Caliza fosilífera. 4. Caliza compacta. 5. Pizarra margácea de Durham. 6. Gres inferiores de diferentes colores del Norte de Inglaterra. — Conglomerato dolomítico de Bristol.	1. Stinkstein de Turingia. 2. Rauchwacke. 3. Dolomita ó zechstein superior. 4. Zechstein. 5. Mergel, ó Kupfer-Schiefer. 6. Rothliegendes de Turingia. — Permiano de Rusia. Gres de los Vosges en Francia (en parte).
K. CARBONIFERO.		K. TERRENO HULLIFERO.
28. Carbonífero superior. . . .	1. Lechos de hulla, gres y esquistos con hilos de hulla, en el Oeste de Inglaterra y en Irlanda. 2. Millstone grit (gres molar).	Cuencas hullíferas de los Estados-Unidos.
29. Carbonífero inferior. . . .	1. Caliza de montaña ó carbonífero. 2. Esquistos calizos inferiores.—Mendips.—Pizarra carbonífera. Irlanda. — Esquisto carbonoso con *Posidonomya Becheri.*	1. Caliza carbonífera de los franceses. 1. Bergkalk de los alemanes. 1. Caliza de Pentremitas en los Estados-Unidos. — Kiesel-schiefer y Jungere Grauwacke de los alemanes. Capas yesosas y caliza encrinítica de la Nueva-Escocia.
L. DEVONIANO. ó ANTIGUO GRES ROJO.		L. TERRENO DEVONIANO. ANTIGUO GRES ROJO.
30. Devoniano superior. . . .	Gres amarillo de Dura Denden, en Fife. Gres blanco de Elgin, con telerpeton. Gres rojo y conglomerato. Devoniano superior y mediano del Devon septentrional comprendiendo la caliza de Plymouth.	Devoniano de Rusia, parte superior. Grupo de Catskill, Estados-Unidos. Caliza del Eifel. Caliza de Villmar, etc., en Nassau.
31. Devoniano inferior. . . .	Devoniano inferior del Devon septentrional, del Foreland septentrional. Piedra de enlosar de Arbroath. Esquistos bituminosos de Caithness.	1. Gres de Spiriferas y pizarra de Sandberger. Grauwacka antigua del Rhin, de Ræmer. Devoniano de Rusia, parte inferior.
M. SILURIANO.		M. TERRENO SILURIANO.
32. Siluriano superior.	1. Ludlow superior. 2. Caliza de Aymestry. 3. Ludlow inferior. 4. Caliza de Wenlock. 5. Esquisto de id.	Division de New-York, desde el grupo de Pentámeros, superior, hasta el grupo del Niagara, inclusive. Depósitos E, H (Barrande) en Bohemia.

Períodos y grupos.	*Ejemplos en Inglaterra.*	*Equivalentes y sinónimos.*
32. *a* Siluriano mediano. (*capas de tránsito entre el Siluriano superior é inferior.*)	Gres de Caradoc ó de May.	Grupos de Nueva York, desde el Clinton hasta el Grey (gres de este nombre) inclusive.
33. Siluriano inferior.	Pizarras y esquistos de Llandeilo. Caliza de Baia y pizarra negra. Esquisto de Graptolitas al Sur de Escocia. Caliza carne de Kildare en Irlanda.	Grupos de Nueva York desde los lechos de Hudson River, hasta el gres calcarífero inclusive. Depósito D (Barrande) en Bohemia. Pizarras de Angers en Francia.
N. CAMBRIANO.		
34. Cambriano superior. . . .	Pizarras de Língulas en la Galles del Norte. *Stiper-stones* de Shropshire.	Zona primordial (Barrande), en Bohemia. Esquistos aluminíferos de Suecia. Gres de Postdam, de los Estados-Unidos y del Canadá. Wisconsin y Minnesota, rocas fosilíferas las mas inferiores.
35. Cambriano inferior. . . .	Rocas fosilíferas las mas inferiores de Wicklow en Irlanda.	

TABLA ABREVIADA DE LAS CAPAS FOSILÍFERAS.

1. Reciente.	Pos-terciario.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
2. Post-Plioceno.	Pos-terciario.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
3. Nuevo Plioceno.	Plioceno.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
4. Antiguo Plioceno.	Plioceno.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
5. Mioceno.	Mioceno.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
6. Eoceno superior.	Eoceno.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
7. Eoceno mediano.	Eoceno.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
8. Eoceno inferior.	Eoceno.	Terciario ó cainozóico.	Neozóico.
9. Capas de Maestricht.	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
10. Creta blanca superior. . . .	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
11. Creta blanca inferior. . . .	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
12. Gres verde superior.	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
13. Gault.	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
14. Gres verde inferior.	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
15. Wealdiano.	Cretáceo.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
16. Lechos de Purbeck.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
17. Piedra de Portland.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
18. Arcilla de Kimmeridge. . . .	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
19. Coral Rag.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
20. Arcilla de Oxford.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
21. Grande oolita ú oolita de Bath.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
22. Oolita inferior.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
23. Lias.	Jurásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
24. Trias superior.	Triásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
25. Trias mediano ó Muschelkalk. .	Triásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
26. Trias inferior.	Triásico.	Secundario ó mesozóico.	Neozóico.
27. Permiano ó calizo magnesiano.	Permiano.	Primario ó paleozóico.	Paleozóico.
28. Hulla.	Carbonífero.	Primario ó paleozóico.	Paleozóico.
29. Calizo carbonífero.	Carbonífero.	Primario ó paleozóico.	Paleozóico.
30. Superior. / 31. Inferior. — Devoniano. . . .	Devoniano.	Primario ó paleozóico.	Paleozóico.
32. Superior. / 33. Inferior. — Siluriano. . . .	Siluriano.	Primario ó paleozóico.	Paleozóico.
34. Superior. / 35. Inferior. — Cambriano. . . .	Cambriano.	Primario ó paleozóico.	Paleozóico.

CAPITULO X.

CLASIFICACION DE LAS FORMACIONES TERCIARIAS. GRUPO POST-PLIOCENO.

Antes de describir los grupos mas modernos de capas que se han enumerado al fin del último capítulo, es necesario exponer algunas generalidades acerca del modo de clasificar las formaciones terciarias.

El nombre terciarias se ha dado á estas formaciones porque son todas posteriores en fecha á las rocas llamadas secundarias de que constituye la creta el grupo mas moderno. Las capas terciarias han sido en un principio confundidas como hemos dicho con los aluviones superficiales de la Europa, y solo mucho tiempo despues se ha reconocido su extension real y su espesor asi como las edades á que pertenecen. Habian sido observadas en trozos, y ya fuera su orígen de agua dulce ó marina, ocupaban de ordinario una superficie limitada en comparacion de las formaciones secundarias; su posicion indicaba frecuentemente que

habian sido depositadas en bahías, lagos, estuarios ó mares interiores despues de transformarse en tierra firme una gran porcion del espacio ocupado hoy por la Europa.

Los primeros depósitos de esta clase cuyos caracteres se determinaron con exactitud, los de las cercanías de París fueron descritos en 1810 por Cuvier y Brongniart. Estos sabios establecieron que consistian en grupos sucesivos de capas sobrepuestas unas de orígen marino, y otras de agua dulce. Los testáceos y corales fósiles que contenian, eran casi todos especies nuevas y presentaban generalmente una gran afinidad con los que habitan hoy dia los mares de las regiones mas cálidas. Cuvier examinó huesos y esqueletos de animales terrestres pertenecientes á cuarenta especies distintas, algunas de talla colosal; declaró, que estos animales se diferenciaban especialmente, y la mayor parte genéricamente, de todos los productos conocidos de la creacion actual.

Al poco tiempo se observaron en la inmediacion de Londres y en el Hampshire capas que á pesar de su diferencia de composicion mineralógica, Webster tuvo razon de considerar como contemporáneas de las formaciones parisienses, porque las conchas fósiles que contenian eran en su mayor número específicamente idénticas. El mismo motivo hizo pensar, que las rocas de la cuenca del Gironda en el Mediodía de Francia, y las de ciertos puntos del Norte de Italia, podrian muy bien datar de la misma época que las anteriores.

Mas adelante se descubrieron en diferentes partes de Europa, depósitos que reposaban inmediatamente sobre rocas tan antiguas ó mas que la creta y que presentaban por sus restos orgánicos ciertos caracteres generales de semejanza con los que se habian observado anteriormente en las cercanías de París y Londres. En un principio se trató de referir el todo á un solo período; pero esta identificacion no tardó en parecer impracticable, y se afirmó que á semejanza de lo que habia sucedido en la serie parisiense, varias formaciones subordinadas de un espesor considerable, habian debido acumularse una tras de otra, durante un largo intervalo de tiempo, de tal manera, que los diferentes trozos de capas terciarias esparcidos por Europa, podian hoy corresponder con respecto á su edad unos á las subdivisiones mas antiguas, y otros á las mas modernas de la cuenca de París.

Este error, aun cuando fuera casi inevitable por parte de los que habian hecho las primeras generalizaciones en esta rama de la geologia, retardó muchos años los progresos de la clasificacion. Una atencion mas escrupulosa dedicada á las diferencias de las especies fósiles auxiliada ademas por un exámen mas profundo de la posicion relativa de las capas que los contenian, condujo por fin á reconocer, que existian á un mismo tiempo formaciones marinas, y formaciones de agua dulce de diferentes edades, todas mas modernas que las capas de la inmediacion de París y Londres.

Uno de los primeros pasos hácia esta reforma cronológica data de 1811; un naturalista inglés Parkinson, estableció que ciertas capas conchíferas llamadas en término provincial *crag* en el Suffolk, reposaban indudablemente sobre un depósito continuo con la arcilla blanca de Londres. Observó ademas, que los testáceos fósiles de estas capas mas nuevas eran distintos de los de la arcilla azul; que algunos pertenecian á especies desconocidas, mientras que otros eran idénticos á especies que habitan hoy los mares británicos.

En Italia hizo Brocchi un descubrimiento importante. Este sabio, habia estudiado los depósitos arenosos y llenos de conchas que á cada lado de los Apeninos desde las llanuras del Pó á la Calabria forman una larga serie de colinas. Estas colinas compuestas principalmente de capas marinas mas modernas que las de París y Londres, recibieron de él el nombre de subapeninas.

Otro grupo terciario de las cercanías de Burdeos y de Dax en el Mediodía de Francia, fue examinado en 1825 por Basterot que descubrió y dibujó algunos centenares de especies de conchas diferentes en su mayor parte de las que se encuentran en las séries parisienses y colinas subapeninas. Se creyó que esta fauna pertenecia á un período intermediario entre las capas parisienses y las sub-apeninas, y algunos ejemplos de superposicion bien evidente no tardaron en confirmar esta opinion; se descubrieron en efecto en ciertos puntos del valle del Loira otras capas contemporáneas de las de Burdeos sobrepuestas á la formacion parisiense, y en otro punto, en el Piamonte, estas mismas capas, debajo de las capas sub-apeninas. El primero de estos ejemplos fue señalado en 1829 por Desnoyers, quien se cercioró de que la arena y la marga de orígen marino llamadas *faluns* cerca de Tours en la cuenca del Loira y que estan llenas de corales y de conchas marinas, reposaban sobre una formacion lacustral que constituia la subdivision superior del grupo parisien, y se extendia sin discontinuidad al través de una gran llanura situada entre la cuenca del Sena y del Loira. El otro ejemplo fue observado por Bonelli y otros geólogos en las cercanías de Turin, en capas que contenian varios fósiles semejantes á los de Burdeos, y sobre las cuales reposaban otros lechos pertenecientes al grupo sub-apenino de Brocchi.

Sin pretender hacer aquí una reseña completa de todas las fases de este descubrimiento, nos limitaremos á los hechos anteriores para mostrar el camino seguido por los geólogos que tratan de crear nuevas divisiones cronológicas. Su método tiene alguna analogía con el que aplica el naturalista cuando para establecer géneros elige una especie tipo y clasifica como congéneres todas las especies que concuerdan en ciertos límites con este tipo. Supongamos los dos géneros A y C fundados con arreglo á estos principios; cuando el naturalista encuentre mas tarde una especie nueva muy diferente de A y C; pero presentando bajo ciertos aspectos un carácter intermediario, se verá en la necesidad de establecer el nuevo género B que contenga todas las especies ulteriormente conocidas, y mas próximas de B que de los tipos A ó C. Lo mismo es en geologia cuando se ha descubierto alguna formacion nueva, cuya fauna y flora hay que estudiar. Desde este momento, esta formacion representa cierto período de la historia de la tierra, y viene á ser para otros depósitos un término de comparacion. Si se encuentra alguna otra formacion que contiene los mismos, ó poco mas ó menos, los mismos restos orgánicos, y que ocupa la misma posicion relativa, se la considera como remontada á una época contemporánea, y desde entonces estos monumentos no se refieren para nosotros mas que á un período solo y único, durante el cual han ocurrido ciertos sucesos, tales como la formacion de rocas particulares por la accion de las aguas y de los volcanes, ó bien el desarrollo y la fosilizacion de ciertas tribus de animales y de plantas. Despues que un número cualquiera de estos períodos ha sido colocado en la serie cronológica, se encuentran otros que se hace necesario intercalar entre los primeros, y la dificultad de señalar líneas muy marcadas de separacion, crece generalmente á proporcion del número de claros que se llenan sucesivamente en la historia del globo.

Los zoólogos y los botánicos, saben que es fácil comparativamente establecer géneros en las categorías que no comprenden mas que un pequeño número de especies, y no manifiestan todavía ninguna tendencia á pasar de un grupo á otro. No ignoran, que la dificultad de la clasificacion aumenta, y que el artifi-

cio de las divisiones se desarrolla mas y mas á medida que crece el número de los objetos examinados. Pero para separar las familias y los géneros, no tienen mas recurso que utilizar las interrupciones ó los blancos que no hubiesen podido aun llenarse en la cadena de los seres animados. Lo mismo es en geologia; nos vemos obligados á admitir divisiones de tiempo tan arbitrarias, tan puramente convencionales como las que dividen en siglos la historia de los acontecimientos humanos; y en el estado actual de nuestros conocimientos no podriamos hacer cosa mejor que servirnos de las interrupciones que existen aun en la serie regular de los monumentos geológicos, como de demarcaciones trazadas entre nuestros principales grupos ó períodos, aunque los grupos asi establecidos tengan un valor muy desigual.

Ya hemos hecho notar la posicion aislada de depósitos terciarios, distintos en diferentes partes de Europa. Ademas de la dificultad que nace de la falta de continuidad cuando se quieren establecer las relaciones cronológicas de estos depósitos, resulta otra de la variedad frecuente de los caracteres mineralógicos que presentan capas de fecha contemporánea; tales como por ejemplo, las de Londres y París. La identidad, ó la no identidad de las especies, es tambien un criterio que muchas veces engaña. En efecto, el mar Mediterráneo, y el mar Rojo, aunque situados á 112 quilómetros solamente uno de otro á cada lado del istmo de Suez, tienen cada uno su fauna particular, y se encuentran diferencias marcadas entre los cuatro grupos de testáceos que habitan hoy el Báltico, la Mancha, el mar Negro y el Mediterráneo, aunque todos estos mares tengan varias especies comunes. Ademas, por grande que sea la diversidad entre los fósiles de las diferentes formaciones terciarias que han sido depositadas separadamente en mares estuarios, bahías y lagos distintos, no siempre indica una falta igual de concordancia entre las épocas en que se han producido estas formaciones, porque ha podido resultar del clima, y de condiciones geográficas enteramente independientes del tiempo. Por otra parte, está perfectamente demostrado en geologia, que algunos grupos de capas terciarias, aunque inmediatamente sobrepuestos uno á otro, contienen, sin embargo, especies distintas de fósiles; este hecho, es una consecuencia de las fluctuaciones que se han verificado en la creacion animada y en virtud de las cuales, durante el curso de los tiempos, un conjunto de seres orgánicos ha sustituido á otro conjunto enteramente diferente. Se ha demostrado, igualmente, que cuanto mas moderna es la edad de un depósito terciario, mas analogía presenta la fauna de este depósito con la que habita los mares vecinos. Esta ley de aproximacion relativa de los testáceos fósiles y las especies que viven actualmente, suele ofrecernos un medio de clasificar cronológicamente depósitos separados cuando no encontramos ninguno de los tres caracteres cronológicos ordinarios: la superposicion, el carácter mineralógico, y las especies fósiles.

Se ha observado en la orilla africana del mar Rojo, á mas de doce metros sobre su nivel, una formacion caliza blanca, que contiene algunos centenares de especies de conchas diferentes de las que se encuentran en la arcilla, y en la toba volcánica de las cercanías de Nápoles y de la isla contigua de Ischia. En Uddevala en Suecia, se ha reconocido otro depósito, cuyas conchas no se refieren tampoco á las de las cercanías de Nápoles. Pero aunque en estos tres casos apenas hay una sola especie comun á los tres depósitos diferentes, no vacilamos en referirlas todas á un solo período (*post plioceno*), á causa de las grandes relaciones de sus fósiles con los testáceos que viven aun en los mares contiguos.

Pongamos otro ejemplo en que la fauna fósil se distinga aun mas de la de la época actual; comparemos primero las capas de limo y de arcilla de las orillas del Clyde en Escocia, capas llamadas glaciarias por algunos geólogos, despues otras capas de orígen fluvio-marino situadas cerca de Norwich, y en fin, un tercer grupo que se eleva frecuentemente á alturas considerables en Sicilia. En cada uno de los casos, encontraremos mas de tres cuartas partes de las conchas con las especies que viven todavía, mientras que el resto se compondrá de especies extinguidas y podremos deducir que todas estas capas, por diversos que sean sus fósiles, pertenecen á un solo y mismo período inmediatamente anterior al *post-plioceno*, porque para un cambio igual ó casi igual de la fauna testácea marina, ha transcurrido en cada una de estas localidades un espacio igual de tiempo. En este estado, y á pesar de las grandes diferencias del carácter mineralógico ó de los fósiles, deduciremos la contemporaneidad de orígen del grado igual de discordancia que separa las conchas de las que viven actualmente en los mares inmediatos. La ventaja de este procedimiento, será ofrecernos en todos los paises por distantes que se encuentren, un punto comun de partida.

Pero cuanto mas nos separemos de la época actual, y mas veamos disminuir en los depósitos terciarios el número relativo de las conchas recientes comparado con el de las especies perdidas, menos confianza debemos tambien tener en el valor absoluto de tal carácter, sobre todo cuando comparamos entre sí, las capas de regiones muy distantes; porque no podríamos admitir que la suma de los cambios verificados en el mundo animado primitivo, y la aparicion y desaparicion continua de las especies, hayan sido siempre exactamente iguales en espacios de tiempos iguales. La forma de la tierra y del mar, asi como el clima, han podido modificarse mucho mas en un pais que en otro, y por consiguiente ha podido verificarse una destruccion y una renovacion de especies mas rápidas en un punto del globo que en otro. Consideraciones de este género, deberan indudablemente prevenirnos para no confiar demasiado en el valor del carácter que acabamos de mencionar aun cuando no puede menos de ser muy útil para conocer las relaciones cronológicas de los grupos terciarios, ya sea entre sí, ya con el período post-plioceno.

Esta conviccion se afirma en nuestro ánimo, no solo cuando estudiamos los monumentos geológicos de todas las edades, sino tambien cuando reflexionamos sobre la tendencia que manifiesta hoy la naturaleza hácia cierta uniformidad y al mismo tiempo cierta simultaneidad de fluctuaciones en la fauna y la flora del globo entero. Las bases de esta doctrina no pueden ser examinadas aquí, y se hallan desarrolladas extensamente en otras obras de geologia donde se investigan las causas de la extincion sucesiva de las especies. En ellas se puede ver que cada cambio local en el clima y en la geografía física, va acompañado de un aumento inmediato de ciertas especies y disminucion de otras. Una revolucion de este género pocas veces ó nunca se verifica en un espacio limitado ó en una provincia geográfica, particular de animales y de plantas. En cada una de las provincias contiguas se verifican simultáneamente cambios análogos de estacion y habitacion de las especies, y de aquí resulta que mucho antes de que la geografía de cada distrito particular pueda ser esencialmente alterada, la flora y la fauna del globo se encuentran naturalmente modificadas por perturbaciones sobrevenidas en las relaciones mutuas de los diferentes miembros de la creacion orgánica. Admitir que en una extensa superficie, habitada exclusivamente por un conjunto determinado de especies, pueda verificarse una revolucion importante en la geografía física, sin que otras superficies sufran alteracion respecto á la posicion de la tierra y del mar á la altura de las montañas, etc., seria formar una hipótesis muy poco probable, y enteramente

opuesta á cuanto sabemos acerca de las leyes que rigen hoy las acciones ígneas y acuosas.

Por otra parte, aun aceptando la posibilidad del hecho, el equilibrio del calor y del frio entre las diferentes partes de la atmósfera y del Océano, se establece con tan pocos obstáculos y tanta rapidez, que la temperatura de ciertas zonas no podria elevarse ó descender sin que otras fueran inmediatamente afectadas; ahora bien, la elevacion ó descenso de una cordillera importante de montañas ó la sumersion de una extensa superficie de tierras, modificaria el clima aun en los antípodas.

Se notará en las citas de restos orgánicos que haremos mas adelante, que se han elegido los testáceos ó moluscos de concha, como la clase mas útil y mas apropiada al objeto de una clasificacion general. Se hallan mas universalmente esparcidos que todos los demás cuerpos orgánicos entre las capas de diferentes edades mientras que las familias de fósiles que solo se presentan rara vez ó accidentalmente, no pueden ser de utilidad para establecer una disposicion cronológica. Si no se encuentran mas que plantas en un grupo de capas, y osamentas de mamíferos en otro, ¿qué conclusion se puede sacar sobre la afinidad ó discordancia de los seres orgánicos de las dos épocas comparadas? Otro tanto puede decirse, si se encuentran plantas y animales vertebrados en una serie, y solamente conchas en otra. Aunque los corales sean mas abundantes en estado fósil que las plantas, los reptiles ó los peces son raros todavía comparados con las conchas, sobre todo en las formaciones terciarias de Europa. La utilidad de los testáceos resulta tambien de la circunstancia de que algunas de sus formas son propias del mar, mientras que otras son propias de la tierra y otras del agua dulce. Los rios nunca dejan de llevar á sus deltas algunas conchas terrestres al mismo tiempo que especies fluviátiles y lacustrales. El geólogo llega de este modo á conocer cuales son las especies terrestres de agua dulce ó marina que han existido á un mismo tiempo en tal época particular del pasado; y cuando ha identificado capas formadas en el mar con otras formadas al mismo tiempo en los lagos del interior de las tierras puede ir mas lejos y probar que ciertos cuadrúpedos ó ciertas plantas acuáticas encontradas en estado fósil en formaciones lacustrales, han habitado el globo en la misma época en que ciertos reptiles, peces y zoófitos vivian en el Océano.

Entre otros caracteres que pertenecen á los moluscos, y pueden ser muy útiles para establecer la cronología y geologia, mencionaremos el extenso desarrollo geográfico de algunas especies, y como consecuencia del carácter anterior, la larga duracion de las especies, duracion que es el resultado probable de su desarrollo, y que parece haber excedido á la del mayor número de mamíferos y de peces. Si las especies hubiesen habitado cada una un radio muy limitado, el geólogo no habria podido emplear su presencia en las capas, para identificar depósitos distantes, ó bien si cada una no hubiera durado mas que un corto período, no serian una débil prueba de la conexion de rocas distantes una de otra, en el órden cronológico, ó como suele decirse, en el órden vertical.

Diferentes autores han divido las capas terciarias de Europa en tres grupos: el grupo inferior, ó formaciones mas antiguas de París y de Londres; el grupo mediano ó formaciones de Burdeos y de Turena; y el grupo superior comprendiendo todas las formaciones mas modernas que las del grupo medio.

En 1828 mientras que Lyell preparaba su obra sobre los *Principios de geologia*, concibió la idea de clasificar toda la serie de las capas terciarias en cuatro grupos, y procuró encontrar para cada uno de ellos, caracteres que pudiesen expresar sus diferentes grados de afinidad con la fauna actual. Con este objeto obtuvo sobre la identidad específica de un gran número de conchas terciarias y recientes, notas de varios naturalistas italianos, entre los cuales cita los profesores Bonelli, Guidotk y Costa. Habiendo hecho conocimiento en 1829 con Deshayes, de París, sabio muy conocido ya por sus obras conchiliológicas, supo de él que habia obtenido por investigaciones personales y por el estudio de una numerosa coleccion de conchas fósiles y recientes, resultados enteramente semejantes á los del geólogo inglés sobre la disposicion de las formaciones terciarias. A peticion de este formó un cuadro de todas las conchas que se presentan á la vez en alguna formacion terciaria y en estado vivo, á fin de que se pudiera establecer el número proporcional de las especies fósiles idénticas con las especies recientes que caracterizaban los grupos sucesivos. El número de las conchas terciarias examinadas por Deshayes, era de unas 3,000; y las especies recientes que se les habian comparado unas 5,000. El resultado fue que en las capas terciarias inferiores ó en las de Londres y París, habia próximamente tres y medio por ciento de especies idénticas con las especies recientes; en las capas terciarias medias del Loira y del Gironda cerca de un diez y siete por ciento; y en los lechos terciarios superiores ó sub-apeninos de 35 á 50 por 100. En cuanto á las formaciones aun mas modernas, como por ejemplo, algunas de Sicilia que adquieren un gran espesor y elevacion sobre el nivel del mar, el número de las especies idénticas con las que viven todavía hoy, fue valuado en un 90 ó 95 por 100. Para mayor claridad y precision propuso Lyell dar nombres técnicos muy cortos á estos cuatro grupos ó á los períodos á que pertenecian respectivamente. Llamó al primero ó mas antiguo, eoceno; al segundo, mioceno; al tercero antiguo plióceno, y al cuarto ó último, nuevo plióceno. La primera de estas palabras se deriva de ἕως, *eos* (aurora), y καινός (reciente): en efecto, las conchas fósiles de este período no comprenden mas que una cortísima proporcion de especies vivas, y se puede considerar que indica la aurora del estado actual de la fauna testácea, no habiéndose descubierto hasta el presente ninguna especie reciente en las rocas mas antiguas ó secundarias.

La palabra mioceno de μεῖον, *meion* (menos), y καινός, *cainos* (reciente), expresa una proporcion menor de especies testáceas recientes. La palabra plióceno, de πλεῖον, *pleion* (mas), y καινὸς, *cainos* (reciente), indica un número mayor de especies. Se pueden reasumir estas indicaciones recordando que el *mióceno* contiene una proporcion *menor*, y el *plióceno* una porcion *mayor* de especies recientes, y que un número mayor de especies recientes, indica siempre un orígen mas moderno de las capas.

Se ha objetado á esta nomenclatura, que ciertas especies de infusorios encontrados en la creta, viven todavía actualmente, y que por otra parte los depósitos del mioceno y del antiguo plioceno, contienen con frecuencia restos de mamíferos, de reptiles y de peces que pertenecen exclusivamente á especies extinguidas. Pero el lector debe recordar que las palabras eoceno, mioceno y plioceno, han sido inventadas para designar únicamente una fecha cronológica, y que en este sentido las usa Lyell.

Véase la distribucion de las especies fósiles segun las investigaciones hechas por Deshayes en 1830:

En las formaciones del nuevo y del antiguo plioceno.	777
En el mioceno.	1021
En el eoceno.	1238
	3036

Desde el año 1830 el número de especies vivas nuevas obtenidas en diferentes partes del globo, ha aumentado considerablemente; de aquí han resultado

elementos nuevos para la comparacion, y los paleontólogos han podido corregir varias identificaciones erróneas de formas fósiles y recientes. Se han recogido en abundancia nuevas especies en las formaciones terciarias de las diferentes edades, mientras que grupos de capas recientemente descubiertos venian á llenar vacios en la serie anteriormente conocida; de aquí se han originado modificaciones y reformas en la clasificacion propuesta en un principio. Los períodos eoceno, mioceno y plioceno, han sido establecidos para comprender ciertos grupos de capas, cuyos fósiles no siempre estan conformes, en cuanto á las proporciones de las especies recientes y de las especies extinguidas con las definiciones dadas en un principio ó que expresa la etimología de estas palabras. De estas innovaciones y de otros cambios se tratará mas á fondo en los capítulos siguientes.

Formaciones post-pliocenas. Se ha adoptado la palabra *Post-Pliocena* para aquellas clases de capas llamadas algunas veces post-terciarias ó modernas y que estan caracterizadas por el hecho, de que todas sus conchas fósiles son idénticas á las especies que viven todavía hoy, mientras que el *Nuevo Plioceno* ó el mas moderno de los depósitos terciarios, contiene siempre alguna corta proporcion de especies extinguidas.

Estas formaciones modernas asi definidas, comprenden no solo las capas que se puede demostrar han sido formadas desde que la tierra está habitada por el hombre, sino tambien depósitos de una extension y un espesor muy considerables, en los cuales no se puede descubrir vestigio alguno del hombre ó de sus obras. En algunos de estos depósitos de fecha muy anterior á los tiempos de la historia y de la tradicion, se han encontrado osamentas de cuadrúpedos desaparecidos hoy, y cuyas especies no han existido probablemente con la raza humana; tales son, el mamut, el mastodonte, el megaterio y otros; y sin embargo, las conchas son en ellos idénticas á los que actualmente viven.

Esta parte del grupo post-plioceno, que pertenece á la época del hombre, y que se llama algunas veces *reciente*, forma un elemento de poca importancia en la estructura geológica de la corteza terrestre. Se ha demostrado, sin embargo, que los depósitos acumulados en el fondo de los lagos y de los mares, durante los últimos cuatro ó cinco mil años, no son insignificantes en cuanto á su volúmen y á su extension. Si en su mayor parte se hallan ocultos á nuestra vista, algunas veces nos es posible percibirlos en ciertos puntos, cuando las tierras nuevamente formadas en los deltas de los rios se encuentran cortadas por inundaciones, cuando los arrecifes de corales presentan un desarrollo rápido, ó bien cuando el lecho de un mar ó de un lago, se eleva y queda en seco por movimientos subterráneos. Se reconoce su edad por la presencia, ya sea de osamentas humanas en estado fósil, es decir, sepultadas naturalmente en su masa, ya de objetos fabricados por la mano del hombre.

Asi en Puzzola, cerca de Nápoles, se ven capas marinas que contienen fragmentos de esculturas, de vasijas y restos de edificios mezclados confusamente con innumerables conchas que han conservado en parte sus colores y que pertenecen á las especies actuales de la bahía de Bahía. La capa superior se halla á seis metros próximamente sobre el nivel del mar. Fácilmente se probaria que la emersion del todo se ha verificado despues del principio del siglo XVI. En efecto, en este punto como en todos aquellos en que se han verificado cambios de nivel durante el período histórico, se pueden observar rocas que contienen conchas, de las cuales todas ó casi todas habitan en el mar vecino, hasta cierta distancia en el interior de las tierras y á veces hasta una altura considerable sobre el nivel del mar. Asi, en la comarca que rodea á Nápoles, las capas post-pliocenas que consisten en arcilla y en lechos horizontales de toba volcánica, se elevan en ciertos puntos hasta 450 metros Aunque las conchas marinas sean exclusivamente de especies vivas, no van acompañadas como las de las costas de Puzzola, de indicios del hombre ó de sus obras. Si se hubieran descubierto algunos de estos indicios, hubiera sido para el anticuario y el geólogo un objeto de gran sorpresa, pues hubiera demostrado que el hombre habia habitado aquella parte del globo en el tiempo mismo en que las materias que componen las colinas actuales y las llanuras de la Campania, se hallaban todavía en depósito en el fondo del mar; al paso que sabemos que en cerca de tres mil años, ó desde la época de las primeras colonias griegas no se ha verificado revolucion alguna en la geografía física de aquella parte de Italia.

En Ischía, isla pequeña, situada cerca de Nápoles, compuesta tambien de formaciones marina y volcánica, el doctor Philipps ha recogido en la toba estratificada y la arcilla noventa y dos especies de conchas vivas. En el centro de Ischia, la colina elevada llamada Epomeo ó San Nicolas, está formada de una toba endurecida, verdosa, muy gruesa, interrumpida en ciertos puntos por capas de marga ó por lechos macizos de lava sólida. Visconti ha reconocido por medio de medidas trigonométricas, que esta montaña se elevaba á 793 metros sobre el nivel del mar. No lejos de la cumbre y á la altura de unos 600 metros y tambien cerca de Moropano, aldea situada 30 metros solamente mas abajo, en la vertiente meridional de la montaña, se han recogido algunas conchas de especies que habitan todavía hoy en el golfo inmediato. Es claro, por consiguiente, que durante el período post-plioceno, la gran masa del Epomeo, tenia no solo su altura actual, sino tambien su forma completa debajo de las aguas.

Existe, sin embargo, un hecho que no carece de interés, y es que las conchas fósiles de las tobas modernas de la region volcánica que rodea la bahía de Bahía, aunque ninguna de ellas pertenezca á una especie extinguida, indican una ligera falta de correspondencia entre la antigua fauna y la que se encuentra hoy en el Mediterráneo. Phillipps nos enseña que entre las noventa y dos especies de estas conchas que recogió con Scaechi, una sola el *Pecten medius*, que habita hoy en el mar Rojo, falta en el Mediterráneo. Sin embargo, añade: «La condicion del mar cuando se depositaban los lechos tobáceos, debia ser esencialmente distinta de su estado presente; la *Tellina striata*, era en otro tiempo comun y hoy es rara; la *Lucina spinosa* era mas abundante y adquiria mayor tamaño; la *Lucina fragilis*, rara hoy, y que apenas llega á un centímetro, presentaba entonces la gran dimension de siete centímetros y era sumamente abundante; y en fin, la *Ostrea lamellosa*, que no se encuentra ya cerca de Nápoles, existia entonces y era tan grande que se ha citado una valva inferior de 15 centímetros de largo, 12 de ancho, 45 de grueso, y que pesaba cerca de 600 gramos.»

Existen otras comarcas de Europa, en que ninguna accion volcánica semejante á la que obra en las cercanías de Nápoles, se manifiesta en su superficie por erupciones de lava ó por temblores de tierra y donde, sin embargo, el suelo y el lecho del mar vecino se elevan gradualmente. El movimiento se verifica con tal lentitud, que es insensible para los habitantes y no se puede demostrar sino por medidas científicas tomadas con mucho cuidado y comparadas entre sí despues de largos intervalos de tiempo. Asi se ha reconocido que se verifica actualmente un movimiento de elevacion en Noruega y Suecia en una extension de unos 1,200 kilómetros de Norte á Sur y en una longitud desconocida de Este á Oeste. La cantidad de ele-

vacion aumenta á medida que se avanza hácia el cabo Norte, donde llega á metro y medio por siglo. Admitiendo que haya habido 75 centímetros de elevacion por cada centena de años durante los últimos 50 siglos, se tendria para este período una elevacion de 38 metros próximamente. Las riberas y una porcion considerable del antiguo lecho del mar del Norte y del mar Báltico, se habrian, pues, elevado verticalmente en toda esta altura y por consiguiente se habrian transformado en tierra firme durante el curso de los últimos 5,000 años. Cerca de Stokolmo en Suecia se encuentran lechos horizontales de arena, limo y marga, que contienen todas las conchas que habitan hoy las aguas salobres del Báltico. Entre estos fósiles se han recogido á diferentes profundidades varios productos de la industria humana que revelaban una civilizacion poco adelantada, y entre otros algunas vasijas fabricadas antes de la introduccion del hierro. Toda esta formacion marítima ha sufrido un alzamiento tal, que los lechos superiores se hallan hoy á 18 metros de altura sobre el nivel del mar Báltico. En la inmediacion de estas capas de orígen reciente al Noroeste y al Sur de Stokolmo, se encuentran otros depósitos que presentan una composicion mineralógica semejante, que se elevan á grandes alturas y en los cuales se observa precisamente el mismo conjunto de conchas fósiles, pero sin mezcla alguna de osamentas humanas ni objetos fabricados.

En la costa opuesta ú occidental de la Suecia en Uddevala, se ven á la altura de 60 metros capas post-pliocenas que contienen conchas recientes, las cuales no tienen ese carácter de agua salobre particular á las especies del Báltico y que son semejantes á especies que viven aun en el Océano septentrional. Capas de arcilla y de arena de la misma edad llegan en Noruega á alturas de 90 y aun de 200 metros, habitualmente se han descrito como playas levantadas, pero en realidad son depósitos de orígen sub-marino que se prolongan en longitud y latitud sobre un mismo espesor, y llenan valles en el granito y en el gneiss, de la misma manera que en diferentes partes de Europa las formaciones terciarias cubren ó llenan depresiones en las rocas mas antiguas.

Aunque la fauna fósil que caracteriza estas arenas y arcillas consiste exclusivamente en especies de testáceos septentrionales que existen hoy; estas especies segun Loven, hábil naturalista noruego, no pueden en su conjunto compararse de una manera absoluta con las que habitan hoy las latitudes correspondientes del océano aleman; presentan claramente una fauna mas árctica. Para encontrarlas vivas en tan gran abundancia ó simplemente para encontrarlas, se debe ir hácia el Norte á latitudes mas altas que Uddevala en Suecia y aun mas cerca del polo que la Noruega central.

A juzgar por la uniformidad del clima que se conserva desde algunos siglos, y por la cantidad insensible de variaciones que ha sufrido el mundo orgánico en los tiempos actuales, por ligera que sea la modificacion que hoy podemos observar en la fauna de moluscos, no ha podido verificarse sino en un período de tiempo considerable. Por otra parte, motivos de órden diferente, tales como el alzamiento progresivo del suelo en tiempos modernos, nos conducen á suponer que los depósitos en cuestion deben remontarse á una gran antigüedad; porque si admitimos para el alzamiento vertical continuo un término medio de 75 centímetros por siglo, término probablemente exagerado, se habrian necesitado 27,000 años para que la costa del mar llegase á la altura de 200 metros, y esto sin ninguna oscilacion de nivel, ni ninguna de esas interrupciones de movimiento que se observan hoy en una vasta extension de la Noruega.

En Inglaterra, se han encontrado buques sepultados en los antiguos brazos hoy abandonados del Rother en el Susex, del Mersey en el Kent, y del Támesis cerca de Londres. En casi todos los puntos del Reino Unido, se han extraido de la turba y de la marga de conchas, botes y hachas de piedra; pero en este país lo mismo que en Suecia, en Italia y en otras diferentes partes del globo, ninguna prueba ha venido á demostrar que el lecho del mar y la costa adyacente, se hayan elevado en masa á alturas considerables durante el período del hombre. A lo largo de las costas del Perú y de Chile, se han descubierto capas recientes que contenian en abundancia conchas muy semejantes en cuanto á las especies, á las que habitan hoy el Océano Pacífico. Un lecho de este género en la isla de San Lorenzo cerca de Lima, á la altura de 25 metros sobre el nivel del mar, ha dado á Darwin pedazos de tela de algodon, junco tejido y una espiga de maiz, objetos todos que evidentemente habian sido sepultados con las conchas. A la misma altura, en el continente inmediato, este sabio ha encontrado otras señales que confirman la opinion de que el antiguo lecho del mar se habia elevado tambien 25 metros desde que el país habia empezado á ser poblado por la raza peruana. Pero á alturas mucho mayores y en un gran número de puntos entre los Andes chilenos y peruanos y la orilla del mar, se observan masas semejantes de conchas, en las cuales no se han encontrado ni probablemente se encontraran nunca restos humanos.

En las Indias occidentales igualmente, en la isla de Guadalupe se encuentra al nivel de la orilla del mar una caliza sólida que contiene esqueletos humanos. La piedra es muy dura y se halla principalmente compuesta de conchas y de corales triturados que contienen algunos individuos enteros de especies que viven todavía en el Océano inmediato. En el seno de la masa se encuentran cabezas de flechas, fragmentos de vasijas y otros objetos de fabricacion humana. Una caliza que presenta las mismas particularidades se ha formado y se forma todavía hoy en Santo Domingo. Se conocen ademas en el archipiélago de las Indias occidentales, en Cuba, cerca de la Habana y en otras islas, rocas antiguas en que las conchas son idénticas á las que habitan todavía las mismas latitudes; algunas de estas conchas estan bien conservadas; otras se hallan en estado de molde, y todas se refieren al período post-plióceno.

Ya hemos descrito en uno de los capítulos anteriores los efectos que producirian las oscilaciones y cambios de nivel en todo país regado por un gran rio y sus tributarios, suponiendo que la superficie se levantara despues de haber bajado algunos centenares de metros. Indudablemente se han producido cambios de esta naturaleza en el nivel relativo de la tierra y del mar, durante el período post-plioceno, en la cuenca hidrográfica del Mississipi y en la del Rhin. La acumulacion de la materia fluviátil en un delta durante un descenso lento, puede hacer aparecer una masa de tierra firme igual en superficie á la que desciende, de tal manera que esta pueda hundirse á centenares ó á millares de metros, sin que el mar que rodea el delta haga irrupcion, y sin que el depósito entero cese de formarse con su carácter terrestre ó de agua dulce. Esta circunstancia parece presentarse en los deltas del Po y del Ganges, porque algunos pozos artesianos recientemente abiertos á la profundidad de ciento cincuenta metros han demostrado, que varias capas fluviátiles con conchas de especies recientes, al mismo tiempo que antiguas superficies de tierra firme cubiertas de cesped y de bosques, han descendido considerablemente bajo el nivel del mar. Si estas comarcas volvieran á elevarse lentamente, los rios abririan valles profundos al través de las capas horizontales y y aun mal consolidadas; arrastraran la mayor parte de estas conchas y dejaran simples trozos en forma de terraplenes á la orilla de las llanuras aluviales, como

otros tantos testimonios en los primeros niveles de los rios. Tales son los *bluffs*, ó quebradas de rios que rodean hoy el valle del Mississipi, en una gran porcion del curso de este rio. Las porciones superiores de estos bluffs, que en Natchez y otras partes, se elevan con frecuencia á la altura de sesenta metros sobre la llanura aluvial, consisten en limo con conchas terrestres ó de agua dulce de los géneros *Helix*, *Pupa*, *Succinea* y *Limnæa*, pertenecientes á las especies que habitan hoy los bosques y los pantanos inmediatos. En el mismo limo se encuentran tambien osamentas de mastodonte, de elefante, de megalonix, y de otros cuadrúpedos extinguidos.

Hemos tratado de demostrar la naturaleza sedimentaria de los depósitos que forman el delta y la llanura aluvial del Mississipi y que extendiéndose en una superficie de 48 á 50,000 quilómetros cuadrados, tienen en algunos puntos centenares de metros de espesor. Aunque por falta de datos no podemos determinar rigorosamente el número de años que ha sido necesario para que las aguas transportáran tan gran cantidad de materia terrosa desde puntos elevados hasta la comarca inferior, podemos sin embargo calcular aproximadamente la menor duracion de esta operacion demostrando experimentalmente la cantidad de agua que lleva cada año el Mississipi y el término medio anual de las materias sólidas que contienen estas aguas. Ahora bien, el cálculo mas corto, nos conduciria á remontar á algunas decenas de miles de años, la formacion del delta actual aunque su orígen sea en cierto modo un acontecimiento de ayer, si se le compara con los terraplenes formados de limo de que hemos hablado anteriormente. Las materias de los bluffs, han sido producidas durante el primer período de una gran oscilacion de nivel que ha hecho descender á sesenta metros una superficie mas extensa que el delta y la llanura del Mississipi y que ha vuelto á colocar al país en su posicion primera.

Loess del valle del Rhin. Una sucesion análoga de cambios geográficos acompañada de la produccion de una formacion fluviátil muy parecida á la que rodea la gran llanura del Mississipi, parece haberse producido en la cuenca hidrográfica del Rhin, cuando esta cuenca habia ya adquirido su configuracion presente en montañas y valles. Queremos hablar del depósito llamado *Loess* en una parte de Alemania y Lehm en Alsacia, depósito lleno de conchas terrestres y de agua dulce pertenecientes á especies vivas. Es una arena de granos muy finos con limo pulverulento de color gris amarillento que consiste principalmente en materia arcillosa mezclada con una sexta parte de carbonato de cal, y una sexta parte de arena cuarzosa y micácea. Contiene tambien concreciones ó nodulos calizo arenosos que exceden comunmente del tamaño de una cabeza humana. Su espesor total varia en algunos puntos entre sesenta y noventa y seis metros; la masa no presenta frecuentemente signo alguno de estratificacion excepto hácia la base donde se manifiesta á trechos y accidentalmente una mezcla confusa de materias quitadas á las rocas subyacentes. Este depósito tiene tan poca consistencia y es tan fácil de destruir que cada arroyuelo que corre en su superficie la surca y penetra profundamente; por lo comun termina en un escarpado vertical en cuya superficie, se ven esparcidas conchas terrestres que se proyectan en relieve.

En todas sus circunstancias presenta este depósito exactamente lo contrario del loess del Mississipi. Es tan homogéneo que no muestra indicio alguno de estratificacion, lo cual sin duda es debido á que sus elementos proceden de un orígen comun y han sido acumulados por una accion uniforme. Sin embargo se observan pruebas distintas de un depósito sucesivo en algunos puntos donde alternan materias muy groseras con materias mas finas especialmente hácia la parte inferior. A veces se ven concreciones calizas que contienen tambien conchas terrestres y que se hallan dispuestas en la masa en capas horizontales. Este depósito notable por su situacion, su gran extension, su espesor, la homogeneidad de su composicion mineral y su orígen de agua dulce, manifiesta claramente por su distribucion que despues de la época en que el gran valle del Rhin desde Schaffouse hasta Bonn, habiendo adquirido su forma actual, presentaba un fondo sembrado de piedras, sobrevino un período durante el cual este valle se llenó desde una orilla á otra de limo fino depositado probablemente por las inundaciones de los rios; es claro que un limo semejante debió igualmente esparcirse desde las regiones superiores á los valles de los principales tributarios del Rhin. Se puede seguir su huella en el Wurtemberg por el valle del Necker partiendo de Francfort y subiendo el valle del Mein hasta mas arriba de Dettelbach. Se le vuelve á encontrar en las cercanías de Maguncia, de Eppelsheim y de Worms, en la orilla izquierda del Rhin y al lado opuesto en la esplanada que hay mas arriba de Bergstrasse entre Wiesloch y Bruchsal donde llega á un espesor de sesenta metros. Cerca de Strasburgo se le encuentra en masas extensas; existe al pié de los Vosges al lado izquierdo, y en la falda de las montañas de la Selva Negra al lado derecho. El Kaiserstuhl, montaña volcánica, que se eleva en medio de la llanura del Rhin cerca de Friburgo, ha estado casi enteramente cubierta de este depósito como tambien los volcanes apagados situados entre Coblenza y Bonn. Cerca de Andernach en el Kirchweg, el loess mezclado con sus conchas ordinarias alterna con una materia volcánica y sobre ellas reposan lechos de pomez, de piedrecillas y de arena volcánica de tres á cuatro metros de espesor muy análogas á las materias en que fue sepultada Pompeya. En este punto de union no existe caso alguno del loess á la capa de pomez que tiene sobrepuesta y esta última sigue la inclinacion de la montaña como si hubiera caido en forma de lluvia sobre una pendiente formada en parte de loess.

Pero en general, el loess es superior á todos los productos volcánicos, aun á los que existen entre Neuwied y Bonn y que tienen aspecto mas moderno, ha llenado en parte el cráter de Roderberg, volcan apagado situado cerca de Bonn. En 1833, un pozo abierto en el fondo de este cráter ha atravesado veinte y un metros de loess, en una parte del cual se han encontrado las concreciones calizas habituales.

La estratificacion alternada del loess con los lechos de pomez y de cenizas volcánicas, ha hecho pensar que durante y despues de la formacion del depósito se verificaron algunas de las últimas erupciones volcánicas del bajo Eifel. Si esta opinion prevaleciera, nos veriamos obligados á señalar á estas erupciones una fecha muy moderna. Este punto curioso necesita ser examinado de nuevo, tanto mas cuanto que es posible que las aguas del Rhin engrosadas por el derretimiento de las nieves y hielos y corriendo desde una gran altura al través de un valle obstruido por el loess, hayan arrastrado las escorias movibles superficiales, así como la pomez de los volcanes del Eifel y las hayan esparcido accidentalmente sobre el limo amarillo. En algunos casos tambien, la fundicion de las nieves en la vertiente de conos volcánicos puede haber ocasionado inundaciones locales capaces de arrastrar las piedras pomez ligeras á las tierras bajas adyacentes.

La primera idea que se ha ocurrido á muchos geólogos despues del exámen del loess que se encuentra entre Maguncia y Basilea, ha sido imaginar que habia existido en otro tiempo un gran lago entre estas dos ciudades en el valle del Rhin. Este lago habria enviado grandes ramificaciones en la direccion del curso del Mein, del Necker y otros valles tributarios en cada uno de los cuales se encuentran hoy grandes trozos de loess. La barrera del lago habria existido en parte

en la garganta estrecha y pintoresca del Rhin entre Bingen y Bonn; pero esta teoría no puede explicar los diferentes fenómenos cuando se observa que aquella misma garganta ha sido en otro tiempo llena de loess que ha debido depositarse en ella tranquilamente lo mismo que en el valle lateral del Lahm que comunica con la garganta. El loess ha cubierto igualmente la elevada plataforma inmediata cerca de la aldea de Plaidt mas arriba de Andernach; ademas, si se desciende mas lejos hácia el Norte, se descubre que las colinas del grande valle entre Bonn y Colonia, llevan loess en sus laderas, y que este depósito cubre tambien en ciertos puntos el guijo de la llanura, hasta Colonia y en todos los alrededores de esta ciudad.

Para terminar estas objeciones á la teoría lacustral, recordaremos que se ve cerca de Basilea el loess cubriendo montañas de mas de 350 metros sobre el nivel del mar; de suerte, que una barrera capaz de separar el Océano del lago supuesto, habria exigido una altura por lo menos tan considerable como la de las montañas llamadas las Siete Colinas (Siebengebirge) cerca de Bonn, de las cuales la mas elevada el Œhlberg tiene 368 metros sobre el nivel del Rhin, y 417 sobre el del mar. Seria necesario ademas colocar esta barrera un poco mas abajo de Colonia, precisamente en el punto donde el nivel del suelo es actualmente el mas bajo.

Asi pues, en lugar de suponer un lago continuo de una extension y de una profundidad suficientes para permitir la acumulacion simultánea del loess á diferentes alturas sobre la superficie total donde se le encuentra hoy dia, Lyell propone la explicacion siguiente. Despues del período en que las comarcas hoy dia bañadas por el Rhin y sus tributarios, hubieron casi adquirido su forma y sus circunstancias geográficas actuales, estas comarcas volvieron á bajar gradualmente por un movimiento semejante al que se verifica en nuestros dias en la costa occidental de Groenlandia. A medida que el país bajó, la pendiente general de las aguas entre los Alpes y el Océano, disminuyó igualmente, y los valles principal y lateral en adelante mas expuestos á las inundaciones de los rios, se llenaron parcialmente de limo fluviátil que contenia conchas terrestres y de agua dulce; cuando por esta accion un espesor de algunos centenares de metros de loess, se hubo depositado con lentitud, la region entera volvió á empezar á elevarse gradualmente. Durante este movimiento, una grande cantidad de limo fino debió ser arrastrada por el poder de la desnudacion de las lluvias y de los rios; los valles originarios fueron abiertos de nuevo, y la comarca casi restituida á su estado primitivo á excepcion de algunas masas ó pedazos de loess que quedan hoy, y que por su frecuencia y su notable homogeneidad de composicion y de fósiles, demuestran su antigua continuidad y su comun orígen. Si se admiten estas oscilaciones de nivel, no hay necesidad de suponer la elevacion, y mas tarde el descenso de una barrera de montaña capaz de excluir el Océano del valle de Rhin durante el período de la acumulacion del loess.

La proporcion de las conchas terrestres de los géneros *Helix*, *Pupa* y *Bulimus*, es considerable en el loess; pero en algunos puntos se encuentran tambien especies acuáticas de *Limnea*, *Paludina* y *Planorbis*. Durante las inundaciones, estas conchas han podido ser arrancadas de los estanques poco profundos y de los pantanos inmediatos á los rios, y la gran extension del suelo pantanoso producida por extensos desbordamientos, ha debido favorecer la multiplicacion de los moluscos anfibios, tales como la *Succinea elongata* (fig. 65) que es casi siempre característica de esta formacion y que se encuentra algunas veces acompañada como en las cercanías de Bonn de otra especie, la *S. anfibia*.

Entre otros fósiles que abundan en el loess, se citan el *Helix plebeium* y la *Pupa muscorum* (fig. 66 y 67). Las conchas terrestres ó acuáticas conservadas en este depósito aunque de una estructura de las mas frágiles y mas delicadas, se hallan casi invariablemente en un estado perfecto de conservacion; y es indudable que hubieran sido hechas pedazos si las hubiera arrastrado una inundacion violenta. El color mismo de algunas de las conchas terrestres tales como el *Helix nemoralis*, subsiste algunas veces.

Las osamentas de animales vertebrados son raras en el loess, pero se han encontrado restos de mamut, de caballo, y de algunos otros cuadrúpedos. En la aldea de Binningen y en las colinas llamadas Bruder-Holz cerca de Basilea, se han encontrado vértebras de peces con las conchas ordinarias. Estas vértebras segun Agassiz, pertenecen sin duda alguna á la familia de los tiburones, quizá al género *Lamna*. Para explicar su presencia entre las conchas terrestres y de agua dulce, se puede recordar que algunos peces de esta familia suben el Senegal, el Amazonas y otros rios grandes hasta la distancia de algunos centenares de quilómetros del Océano.

En Cannstadt cerca de Stuttgard en un valle que pertenece tambien á la cuenca hidrográfica del Rhin, se ve pasar el loess sobre lechos de toba calcárea y de travertin. Muchos valles del Norte de Alemania como el del Ilm en Weidmar y el de Tonna al Norte de Gotha, muestran masas semejantes de calizas modernas llenas de conchas recientes de los géneros *Planorbis*, *Limnea*, *Paludina* etc, de un espesor de 15 á 25 metros, y cubiertas por un lecho de loess muy análogo al del Rhin. En estas calizas modernas usadas para las construcciones, se encuentran huesos de *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Ursus spelæus*, *Hyæna spelæa*, con huesos de caballo, de buey, de ciervo, y de otros cuadrúpedos etc. En una cantera de Tonna, y á la profundidad de 5 metros, se han encontrado encerrados en una roca caliza y rodeados de hojas dicotiledoneas petrificadas, cuatro huevos de una serpiente del tamaño de la mayor culebra de Europa, los cuales con otros tres estaban dispuestos en serie, es decir, uno tras de otro.

Estos deben ser los primeros restos de reptiles que se han encontrado en capas de esta edad.

En estos diferentes casos, la relacion de las conchas con las especies europeas recientes, nos conducen á referir á una época muy moderna la ocupacion y excavacion subsiguiente de los valles; habiendo durado sin duda esta operacion un largo período de tiempo desde el cual la fauna mamífera ha sufrido un cambio considerable.

CAPITULO XI.

PERÍODO DEL NUEVO PLIOCENO.—FORMACION DE TRANSPORTE.

Entre las diferentes clases de aluviones, hemos citado anteriormente la formacion de transporte del Norte de Europa, á la cual ciertos caracteres particulares parece que pueden hacerla asignar hoy como fecha, por una parte el período del post-plioceno, y por otra, el del nuevo plioceno. Hablaremos primero de la fraccion que se extiende desde las montañas de la Finlandia y de la Escandinavia al Norte de la Rusia, sobre las comarcas bajas que costean el Báltico, y se prolonga hácia el Sur hasta la costa oriental de Inglaterra. Esta fraccion cuyo espesor excede á veces de 30 metros, consiste en limo, arena y arcilla, algunas veces estratificadas; la parte no estratificada ha recibido en Escocia el nombre de *Till*. Se encuentran en ella generalmente muchos fragmentos de rocas, unos angulosos, otros redondeados, procedentes de formaciones de todas edades; fosilíferos, volcánicos ó

hipogenos, y llevados á veces de grandes distancias. Algunos de estos peñascos miden á veces centenares de metros, y sus dimensiones aumentan á medida que se avanza hácia el Norte. Casi siempre el till no presenta mas restos orgánicos que los arrancados por las aguas á formaciones mas antiguas; así pues, su edad casi no se puede reconocer sino únicamente por su posicion relativa.

Aunque el depósito de transporte ó *drift del Norte* como se le ha llamado algunas veces, se componga de una gran proporcion de fragmentos traidos de puntos frecuentemente distantes algunos centenares de quilómetros, el conjunto en cada localidad está formado de ruinas de las rocas subyacentes ó inmediatas de tal manera, que es rojo en un país de gres rojo, blanco en una comarca cretácea, y gris ó negro en un distrito de hulla ó de esquisto hullífero.

Cuando la roca sobre que reposa la formacion de transporte es un granito, un gneiss, un mármol ó cualquiera otra roca dura, que pueda conservar mucho tiempo las señales impresas en su superficie, se halla ordinariamente nivelada ó pulimentada y presenta estrías paralelas y surcos de direccion determinada. En Europa y en el Norte de América, esta direccion sigue evidentemente la línea de camino de los peñascos erráticos; ya vaya del Norte al Sur, ya forme un ángulo de 20.° ó 30.° hácia el Nordeste ó el Noroeste, corresponde siempre al que han seguido en su marcha los grandes peñascos angulosos ó redondeados. Estos peñascos suelen tambien estar surcados ó estriados en mas de un lado.

Estos fenómenos se explican por la accion de las neveras y de los hielos flotantes. Las piedras duras engastadas en una masa de hielo en movimiento y oprimida por el peso de esta masa, trazan sobre la roca sólida subyacente largos surcos ó ranuras rectilíneas ó paralelas que recuerdan por su disposicion la manera cómo el diamante corta el vidrio (fig. 68). La produccion del pulimento y de las estrías sobre los peñascos de caliza por los hielos que las conducen hasta la costa oriental de Dinamarca, ha sido observada en nuestros dias por el doctor Forchhammer y comprendemos mejor así cómo grandes hielos flotantes resbalando sobre el lecho del mar, han podido producir surcos semejantes en mayor escala. Scoresby ha dado desde el año 1822 una descripcion de los hielos flotantes que ha observado transportando peñascos á latitudes de 69° y 70° al Norte y que se elevaban de 30 á 60 metros sobre la superficie del mar. Muchos de estos hielos estaban cargados de lechos de tierra, y de roca de un espesor tal, que su peso podia calcularse de 50,000 á 100,000 toneladas. Se sabe que en el hemisferio Sur se verifican actualmente transportes de rocas parecidos á estos; en dicho país se ven con mucha mas frecuencia que en el Norte peñascos encerrados en el hielo. En 1839 se encontró en las regiones antárcticas un hielo flotante en pleno Océano á muchos centenares de quilómetros de toda tierra conocida dirigiéndose hácia el Norte y conteniendo un enorme peñasco errático sólidamente engastado por la congelacion en su masa. Para comprender cómo en tales circunstancias pueden abrirse largos y estrechos surcos, es preciso recordar que las islas de hielo flotantes presentan en su movimiento una firmeza enteramente particular debida al peso de la gran porcion de su masa que permanece bajo las aguas; apenas se les ve moverse por la accion de los vientos ó de las olas aun en las mas fuertes tempestades. Muchos observadores han supuesto, que el tamaño comunmente atribuido á los hielos flotantes, era exagerado; pero se ha reconocido hoy dia, que el cálculo vulgar de sus dimensiones era mas bien inferior que superior á la verdad. Algunas de estas masas medidas con mucho cuidado por los oficiales de la expedicion científica francesa del *Astrolabio*, tenian de 35 á 70 metros de elevacion sobre el agua, y de 2 á 5 quilómetros de longitud. El capitan Urville asegura, que una de las que él ha visto flotar en el Océano meridional, tenia 20 quilómetros de largo, y 30 metros de altura con planos completamente verticales. La porcion sumergida de estas islas debe ser en razon del peso del hielo comparado al del agua del mar, seis ú ocho veces mayor que la porcion visible, y la potencia mecánica de que disponen cuando son fuertemente puestas en movimiento, debe ser prodigiosa. Se supone que una gran parte de estas rocas no proceden de neveras terrestres, y que habrian sido formadas al pié de las quebradas por nieves transportadas de las tierras sobre la superficie helada del Océano.

Es sabido que al derretirse las neveras de Suiza, abandonan á su extremidad inferior un montecillo de fango, arena, y fragmentos de rocas mezclados confusamente y no estratificados; debe pues esperarse encontrar en las aguas tranquilas una formacion del mismo género despues del derretimiento de los hielos flotantes. Pero si la accion de una corriente interviene en ciertos puntos y en ciertas estaciones, las materias recogidas por las aguas á medida que vayan cayendo, seran depositadas en lechos segun su peso ó su tamaño relativo, y formaran de este modo un paso del till á la arcilla estratificada, al guijo, á la arena y á las intercalaciones de uno en otro.

Otra especie de depósito análoga á la formacion de transportes ha llamado justamente la atencion de los geólogos en Noruega y otras partes de Europa. Algunas cumbres escarpadas y planos verticales de rocas, suelen encontrarse pulimentados y surcados por la parte del Norte; es decir, por el lado que mira á la region de donde vienen los peñascos erráticos, mientras que en la otra vertiente ordinariamente mas cortada y muchas veces perpendicular llamada el *lee-side* (lado opuesto al viento) faltan estas marcas superficiales; ademas existe por lo general sobre el *lee-side* una masa de guijo y de materiales transportados ó de grandes fragmentos angulosos. Para explicar este hecho es preciso suponer que en la época en que estaba todavía sumergido, el lado Norte ha sufrido la accion de los hielos flotantes, y que cuando la tierra se ha elevado despues, se ha encontrado expuesto á la de los hielos que rodaban basta el fondo ó se amontonaban en la playa; por manera, que ha habido un acarreo considerable y prolongado sobre la vertiente dirigida hácia el mar, mientras que en la vertiente opuesta, el guijo y las materias de transporte se amontonaron para no cambiar de sitio.

Los erráticos proceden del Norte. No cabe duda de que los erráticos han sido transportados desde el Norte de Europa hácia el Sur; los de granito, por ejemplo, esparcidos en extensas superficies en Rusia y en Polonia corresponden exactamente en cuanto á sus caracteres á las rocas de las montañas de la Laponia y de la Finlandia, mientras que las masas de gneiss, de sienita, de pórfido y de trapp, diseminadas en las comarcas bajas y arenosas de la Pomerania, del Holstein y de Dinamarca, son idénticas por sus caracteres mineralógicos á las rocas de las montañas de Noruega y Suecia.

Se reconoce como regla general en Rusia que los peñascos mas pequeños se hallan á mayor distancia que los grandes del punto de partida; estas distancias son algunas veces de 1,200 y aun 1,500 quilómetros en la direccion del N. O. al S. E., ó desde las montañas de la Escandinavia á los mares y á las tierras bajas hácia el S. E. En varios puntos la formacion de transporte se halla sobrepuesta á capas que contienen conchas recientes, lo cual prueba que esta acumulacion se ha verificado en parte durante el período post-plioceno. Así en la Rusia europea, Murchison y Verneuil han demostrado en 1840 que el país llano que se extiende entre San Petersburgo y Arcangel en una lon-

gitud de 900 quilómetros, se compone de capas horizontales llenas de conchas semejantes á las que habitan actualmente el mar Artico y que sobre ellas reposa la formacion de transporte que contiene erráticos enormes.

En Suecia, en las inmediaciones de Upsal, se ha observado un montecillo prolongado de arena estratificada y guijo, atravesado en su parte media por una faja de marga evidentemente formada en el fondo del Báltico como lo prueban las pechinas y conchas marinas de especies vivas que se encuentran en él mezcladas con algunos testáceos propios de las aguas dulces. Las conchas marinas son todas de corto tamaño, como las que habitan actualmente las aguas salobres del Báltico; la marga que contiene millares de ellas, se halla hoy elevada á mas de 30 metros sobre el nivel de golfo de Botnia. Sobre la cumbre del montecillo reposan varios erráticos enormes de gneiss, que en su mayor parte no son redondeados; estos peñascos de 2 á 4 metros de diámetro han debido ser colocados en su posicion actual en una época en que el golfo inmediato estaba ya caracterizado por su fauna particular. Aquí por consiguiente existe la prueba de que el transporte de los erráticos se ha verificado, no solo cuando el mar estaba ya habitado por testáceos que hoy existen, sino tambien cuando el Norte de Europa habia ya adquirido el principal carácter de su geografía física: la separacion del Báltico y del mar del Norte, á consecuencia de la cual las aguas del golfo de Botnia se volvieron tres veces menos saladas que las del Océano. En Dinamarca tambien se han encontrado conchas recientes en el seno de lechos estratificados muy próximos á la arcilla de transporte.

Hemos visto que en Rusia los erráticos disminuian generalmente de tamaño á medida que se alejaban de su punto de partida. La misma observacion se aplica al transporte escandinavo cuando se le sigue hácia el Mediodía desde el Sur de la Noruega y de la Suecia al través de la Dinamarca y de la Westfalia. Este fenómeno se halla en armonía perfecta con la teoría que admite islas de hielo flotantes en un mar de profundidad variable; cuanto mas voluminosos son los erráticos, mayores hielos flotantes necesitan para ser transportados y aun cuando no haya piedra alguna engastada en el hielo, mas de las siete octavas, y á veces mas de las nueve décimas partes de su masa, se hallan bajo el agua. Ahora bien, cuanto mayor es el volúmen de un hielo flotante mas pronto se detiene en los puntos menos profundos del mar; mientras que los hielos mas pequeños y mas ligeros cargados de limo y de guijo mas finos pasan libremente sobre dichos bancos y marchan hasta mayores distancias. En los puntos en que durante largos períodos de siglos hayan sido acarreados cierto número de peñascos hácia el Sur á impulso de los hielos de las costas, estos peñascos encallados muchas veces y despues vueltos á poner á flote en la direccion de una corriente poderosa, presentaran un volúmen tanto menor, cuanto mas lejos se encuentren de su punto de partida. Esto depende en primer lugar de los movimientos de vaiven que han sufrido en medio de las olas y despues de la circunstancia de que los peñascos mas considerables rara vez se hallan exentos de pinturas ó planos de division fáciles de separar; estas pinturas permiten á una porcion de la masa separarse del resto siempre que un peñasco que se ha hecho mas ligero por la formacion de una capa de hielo en su superficie, se pone en movimiento para un nuevo viaje. Un exámen hecho en 1852 en los Estados-Unidos de algunas señales producidas por grandes erráticos á la latitud de 42° 50′ Norte en el Berkshire, en el límite Oeste del Massachusetts, ha demostrado que esta última causa ha tenido mucha influencia tanto para reducir el tamaño de los erráticos, como para restituir la forma angulosa á peñascos que se hubieran redondeado necesariamente por efecto de un largo camino.

El *drift* ó terreno de transporte, de las latitudes mas meridionales es ordinariamente de una gran antigüedad. En Escocia reposa inmediatamente sobre las rocas antiguas; capas de arena y de arcilla le cubren. En general está desprovisto de fósiles, pero en ciertos puntos de la costa Este y Oeste, por ejemplo, en los estuarios del Tay y del Clyde, contiene conchas marinas. Las mismas conchas han sido halladas en el Norte, en Wick, en Caithness, y en las playas de el Moray Frith. El depósito principal en el Clyde se halla á la altura de 21 metros próximamente; pero algunas conchas (fig. 69, 70, 71, 72, 73 y 74) han sido indicadas á una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. La proporcion de las especies recientes es de 85 á 90 por 100; las otras son desconocidas; cierto número de las primeras habitan hoy los mares mas septentrionales, donde quizá podremos encontrar mas tarde representantes vivos de algunos fósiles desconocidos. La distancia á que han sido arrastrados los peñascos erráticos hácia el Sur en Escocia, y la línea que han recorrido (línea á veces independiente de la posicion actual de las montañas y de los valles) favorece la idea de que por lo general los agentes de transporte han sido mas bien pedazos de hielo que neveras. Los grampianos en el Forfarshire y Perthshire, tienen una elevacion de 1000 á 1200 metros. Al Sur de estas montañas se extiende el ancho y profundo valle de Strathmore, y al Mediodía de este á la altura de mas de 450 metros, las colinas de Sidlaw. En las cumbres mas elevadas de esta cordillera formada de grés y de esquisto se encuentran á diferentes alturas grandes fragmentos angulares de micasquisto que miden de 90 centímetros á 4 metros 50 centímetros de diámetro; los mas próximos á las rocas de los grampianos á que se pueda referirlos, distan por lo menos 15 quilómetros. Algunos fragmentos se hallan esparcidos en el fondo del valle de Strathmore.

Mas lejos aun al Sur de las colinas de Pentland á la altura de 400 metros sobre el nivel del mar, ha observado Madaren un fragmento de micasquisto que pesaba de 8,000 á 10,000 quilógramos. Ahora bien la montaña menos lejana que pertenece á esta formacion, se halla á 60 quilómetros de distancia.

El profesor Forbes, ha demostrado que la fauna testácea del período de transporte en Escocia, Inglaterra, é Irlanda, cuenta un número mucho mayor de especies que la de los mares británicos actuales, y que es tambien mucho menos rica en especies, que la fauna del crag que la ha precedido. Ademas las especies viven casi todas aun en los mares británicos ó en los mares mas septentrionales. Las conchas de las latitudes mas árcticas son las mas abundantes en el drift del Norte al Sur.

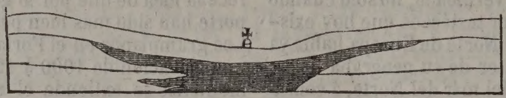
Esta extensa distribucion de fósiles, no puede explicarse por la suposicion de que los moluscos del drift hubieran habitado un mar profundo y canales de una temperatura mas uniforme. Por el contrario, muchas especies eran litorales; otras, pertenecian á un mar de una profundidad de 30 metros lo mas; solo un corto número habrian podido vivir, segun el profesor Forbes, á una profundidad mayor de 90 metros. De aquí resulta que la formacion de transporte muestra casi siempre en sus elementos mineralógicos, una mezcla hetereogénea de restos de las tierras adyacentes, y de piedras angulosas ó redondeadas, venidas á veces de puntos muy lejanos. En los condados del Este, por ejemplo en el Norfolk, Suffolk, Cambridge, Hestfort, Essex y Middlesex, esta formacion contiene representantes de las capas silurianas, carboníferas, liásicas, oóliticas, cretáceas, cada una con sus fósiles particulares y asociadas confusamente al trapp, á la sienita, al micasquisto, al granito, y á otras rocas cristalinas. Un caso muy notable se observa en los arrabales de Londres en la cumbre de Muswell Hill, en Highgate. Pero al Sur de la ciudad, el transporte

del Norte falta; no se encuentra ningun indicio suyo en el Weald de Surrey, de Kent y de Sussex.

Terrenos de transporte del Norfolk. En ninguna parte de Inglaterra se puede estudiar con mas fruto el terreno de transporte, que en las quebradas de la costa de Norfolk entre Happisburgh y Cromer, donde presentan cortes verticales de 15 á 25 metros de altura, sobre una longitud de 25 kilómetros próximamente. El nombre de *diluvion* se dió en un principio á este terreno por los geólogos, que le creian producido por la accion violenta de un diluvio súbito y pasagero, pero otros sabios, desechando esta hipótesis, le han aplicado el nombre de *drift*. Se compone en gran parte de arcilla, limo y arena, estratificados ó no. Algunas piedras, asi como grandes peñascos, transportados de granito, de pórfido, de greenstone, de lias, de creta y de otras rocas, se hallan en él esparcidos y como entremezclados, sobre todo al través del *Till*. Algunos de los fragmentos granítícos ó de otra especie, proceden sin duda alguna de la Escandinavia, porque se han observado señales no interrumpidas de los peñascos desde Noruega y Suecia hasta Dinamarca, y al través del Elba y de la Westfalia hasta las fronteras de Holanda. No debe causar sorpresa el encontrar estos peñascos en la costa oriental de Inglaterra entre el Tweed y el Támesis; puesto que estas regiones se hallan una mitad menos distantes de algunas partes de la Noruega que lo estan de su punto de partida diferentes erráticos observados en Rusia.

Las quebradas del Norfolk contienen tambien en muchos puntos fragmentos de creta blanca mezclados con materias extrañas, y aun con pedazos grandes de creta sólida. Este *drift*, no presenta fósil alguno que pueda positivamente referirse á la época de su acumulacion, pero cubre en ciertos puntos una formacion de agua dulce que contiene conchas recientes, mientras que en otras partes se encuentra mezclado con la misma formacion, circunstancia que parece probar la temporaneidad de los dos depósitos.

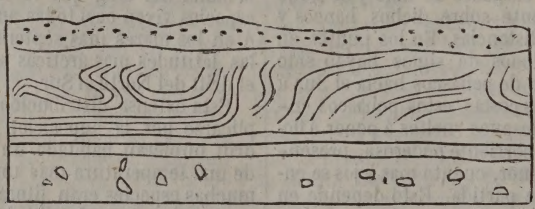
Esta alternativa de estratificacion, es la que se ve en la presente figura; la parte sombreada indica la posicion de las capas de agua dulce; contienen muchas materias vegetales y estan divididas en varios lechos muy delgados. Las conchas que se encuentran en ellas pertenecen á los géneros *Planorbis*, *Limnœa*, *Paludina*, *Unio*, *Cyclas* y otras; todas son especies británicas, excepto una pequeña paludina que habita en Francia, como se ve en la fig. 75.



La porcion sombreada indica los lechos de agua dulce.
Intercalacion de lechos de agua dulce, de lechos de arcilla y de arena de drift, en Mundesley.

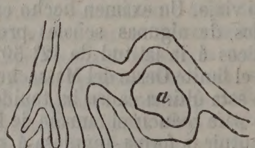
El *Cyclas*, (fig. 76), no es mas que una variedad notable de la especie inglesa comun. Escamas y dientes de peces de los géneros sollo, perca, salmonete y otros, acompañan estas conchas; pero las especies no son consideradas por Agassiz como idénticas á las especies conocidas de Inglaterra y de Europa.

Las quebradas del Norfolk oriental, presentan, empezando por la base, la disposicion siguiente: primero, la creta, despues pedazos de una formacion terciaria marina, llamada crag de Nowich; en tercer lugar las capas de agua dulce ya citadas, y por último el depósito de transporte. Inmediatamente encima de la creta ó del crag, cuando este existe, aparecen diseminados los vestigios de un bosque sepultado, es decir, una capa en que se encuentran conservando su posicion natural cepas y raices de árboles, cuyos troncos han sido rotos á nivel de la tierra y sepultados con sus ramas y hojas. Es de notar que las capas de la formacion de transporte han sufrido muchas veces grandes alteraciones en puntos en que el lecho de bosque subyacente y la creta no han sufrido ninguna. Tambien se presentan casos en que la porcion superior de esta formacion ha sido muy alterada, mientras que los lechos inferiores han permanecido horizontales. El corte de la presente figura, reproduce un es-



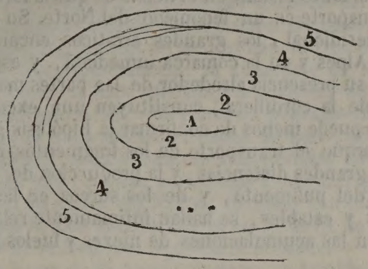
Roca de 15 metros de elevacion, entre Bacton, Cap y Mundesley.

carpado de 15 metros próximamente; en su base existe *till* ó arcilla no estratificada, que contiene peñascos de transporte y presenta una superficie horizontal unida, sobre la cual reposan en estratificacion concordante, lechos de arcilla hojosa y arena; en segunda vienen como en unos seis metros de espesor fajas verticales encorvadas en todos sentidos de arena y de limo; el todo se halla cubierto de un guijo silíceo. Los lechos de diferentes colores de arena movediza, de limo y de piedras, estan encorvados de tal manera, que no solo hay algunos que presentan una direccion vertical en una elevacion de cuatro á cinco metros, sino que hay algunos tan doblados sobre sí mismos, que un pozo perpendicular se encontraria hasta tres veces las mismas fajas. En algunos puntos se observa una curvatura aparente de los lechos alrededor de



Doblegamiento de las capas, entre Runton Este y Runton Oeste.

un núcleo central como en *a*, donde este núcleo es una masa pequeña de creta, ó como en esta otra figura



Seccion de lechos concéntricos al Oeste de Cromer.
1. Arcilla azul. 2. Arena blanca. 3. Arena amarilla. 4. Limo y arcilla. 5. Arcilla azul, hojosa.

donde la arcilla azul, número 1, forma el centro comun de las capas encorvadas, 2, 3, 4 y 5; la masa total tiene de 6 á 7 metros de altura perpendicular. Esta disposicion concéntrica alrededor de un núcleo, no es, sin embargo, mas que una apariencia engañosa, y resulta de la interseccion de ciertos lechos encorvados en forma convexa; lo que parece núcleo no es en realidad sino el lecho mas interior de la serie, que se ha hecho visible en parte por la separacion de las porciones salientes de los lechos mas exteriores.

Al Norte de Cromer se observan otros buenos ejemplos de *drift* encorvado, reposando sobre una base de creta estratificada horizontalmente, y de superficie plana.

Estos fenómenos, bastante difíciles ya de explicar por sí mismos, lo son mas aun cuando se encuentran accidentalmente en el *drift* grandes fragmentos de creta de algunos metros de diámetro. Un ejemplo sorprendente existe al Oeste de Sherringham, donde un gran pico cretáceo de 23 á 25 metros de altura, está rodeado por ambos lados de lechos verticales de limo, arcilla y guijo. Este pico no es mas que una de las muchas masas que fueron envueltas en el *drift*, y arrastradas con él hasta el sitio que hoy ocupan. Se puede seguir la superficie unida de la creta en algunos kilómetros á lo largo de la costa, donde no ha sufrido los movimientos violentos que han agitado el terreno de transporte que la cubren.

Pero ¿cómo se han producido en las masas superiores movimientos de que no han participado las capas subyacentes? Si se supone que el *till* y sus peñascos han sido conducidos por el hielo á su sitio actual, una presion lateral ha podido ser ejercida por las islas de hielo que han encallado. Es sabido por las observaciones de Dease y Simpson, en las regiones polares, que estas islas cuando se arrastran por el fondo, empujan delante de ellas grandes masas de piedras y de arena. Es pues probable, que produzcan una gran alteracion en la disposicion de las capas flexibles incoherentes que forman la parte superior de los fondos bajos ó bancos sumergidos, mientras que las porciones inferiores de estas mismas capas, no sufren modificacion alguna. Las curvaturas complicadas de estas capas de arena movediza y de guijo, pueden tambien atribuirse en parte al derretimiento de los hielos flotantes y de las costas; las piedras, la arena, el hielo, la nieve y el fango, forman entonces una serie de depósitos interestratificados donde se encuentran grandes masas de rocas desprendidas de las quebradas. Muchas veces tambien las islas de hielo zozobran cuando van flotando y obligan al guijo que estaba en sentido horizontal á tomar antes de derretirse el hielo una posicion inclinada ó vertical. La acumulacion del hielo en una costa, debe producir tambien una alteracion semejante en un conglomerato congelado de arena ó de guijarros, y como lo ha supuesto Trimmer, los lechos de materias terrosas pueden hundirse lentamente durante la fundicion del hielo intercalada entre sus hojas, y recibir las posiciones mas caprichosas y anormales, mientras que las capas situadas debajo permanecen perfectamente horizontales.

Ciertas curvaturas se han producido quizá de otro modo. Cuando un camino de hierro atraviesa un pantano ó el lecho de un lago desecado, el suelo que ordinariamente consiste en turba y en marga conchífera, ó en arena movible y fango, no tarda en ceder y se hunde á medida que se eleva el terraplen. Al mismo tiempo se ve á distancia de algunos metros, que los puntos mas inmediatos al pantano, se cubren de eminencias formadas por capas empujadas y levantadas, cuya elevacion corresponde al volúmen y peso de los materiales amontonados para el terraplen. Lyell cita un ejemplo notable observado por él el año 1852, en los arrabales de Boston, cerca de Sout Cove. Con objeto de desecar una porcion de estuario inundado en la alta marea, se habian enterrado mas de 820,000 metros cúbicos de piedra y de arena. Bajo este enorme peso, el fango bajó algunos metros, mientras que la otra porcion del estuario, sobre la cual existia una espesa vegetacion de plantas de agua salada visible solamente en la baja marea; se elevó gradualmente en el espacio de algunos meses de 1 metro 50 centímetros, á 2 metros sobre el nivel de las aguas mas altas. La masa levantada se encorvó en 5 ó 6 dobleces anticlinales, y bajo el lecho superficial que llevaba las plantas marinas, se encontró mas abajo del nivel de las mareas altas, un fango lleno de conchas marinas, tales como la *Mya arenaria*, *Modiola plicatula*, *Sanguinolaria fusca*, *Nassa obsoleta*, *Nática triseriata*, y otras. En algunas de las capas curvas, los lechos de conchas eran completamente verticales. La superficie alzada presentaba una anchura de 25 metros sobre una longitud de algunos centenares de metros.

Cuando despues de derretirse los hielos flotantes y de las costas, un peso semejante gravita sobre un fondo de mar formado de arena y de fango blando, algunas de las rocas adyacentes, flexibles, deben sufrir transformaciones y torceduras análogas, mientras que las rocas subyacentes, mas sólidas, escapan á estas perturbaciones, y las capas que vienen despues á cubrirlas se depositan en un plano perfectamente horizontal.

En la costa del Norfolk, existe, debajo del *drift*, un bosque subterráneo. En la época en que vivian aquellos árboles, el suelo se hallaba evidentemente en seco en una gran extension, y solo posteriormente fue sumergido y cubierto por una masa de drift estratificado, ó no estratificado, de 60 metros y mas de espesor. La accion destructora que ejerce hoy el mar sobre las rocas, nos hace comprender esta superposicion, y demuestra que el bosque no existia en otro tiempo á lo largo de la línea de costa actual. Su situacion revela que desde el principio del período de transporte se ha verificado un descenso de algunos centenares de metros, seguido de un alzamiento del mismo suelo, porque el lecho del bosque se halla hoy bastante elevado para ser visible en muchos puntos en las mareas bajas. El movimiento de elevacion puede tambien explicar, cómo, el *till*, á pesar de su orígen marino, se encuentra actualmente muy lejos en las tierras y en la cumbre de las montañas.

La formacion de transporte del Oeste de Inglaterra observada en el Lancashire, el Cheshire, el Shropshire, el Sttaffordshire y el Worcestershire, contiene en algunos puntos conchas marinas de especies recientes, á alturas que varian de 30 á 100 metros sobre el nivel del mar. Los erráticos han venido en parte

de las montañas del Cumberland, y en parte de las de Escocia.

Pero en las montañas de la Galles del Norte, es donde el terreno de transporte con sus fósiles marinos característicos, llega á mayor elevacion. En Moel Trifane, cerca de Menai Straits, Trimmer ha encontrado conchas de especies ordinarias al drift á la altura de 420 metros sobre el nivel del mar.

Es notable que la misma comarca que nos suministra pruebas de un descenso tan considerable de la tierra durante una parte del período glaciario, nos proporcione tambien las pruebas mas decisivas de la existencia de antiguas neveras atmosféricas. El doctor Buckland ha publicado en 1842, los motivos que tenia para pensar que las montañas de Snowdon, en el Caernarvonshire, estaban antiguamente cubiertas de neveras que irradiaban á las alturas centrales por los siete valles principales de la cordillera donde se observan estrías y canales hácia otros tantos puntos distintos de la brújula. Darwin y despues de él el profesor Ramsay han confirmado la manera de ver del doctor Buckland, respecto á las neveras de los montes Snowdon. En realidad, se podria preveer, que descubriendo la antigua abundancia de hielos flotantes en la superficie ocupada hoy por las islas británicas, los geólogos encontrarian al mismo tiempo indicios de neveras contemporáneas, que habrian cubierto las montañas aun de corta elevacion entre los 50 y 60° de latitud.

En Irlanda, el *drift* presenta los mismos caracteres generales y los mismos restos fósiles que en Escocia é Inglaterra; pero en la parte Sur de esta isla, el profesor Forbes y el capitan James, han encontrado en el seno del depósito algunas conchas que demuestran que el mar glacial comunicaba con otro mar habitado por una fauna mas meridional. Entre diferentes especies citan en Wexfor y en otras partes, la *Nucula cobboldiœ*, la *Turritella incrassata*, y tambien una forma meridional de *fusus*, asi como una *mitra* unida á una especie propia de España.

CAPITULO XII.

TERRENO DE TRANSPORTE.

Se ha visto que las nueve décimas partes lo menos de las conchas marinas que caracterizan la formacion de transporte, pertenecen á especies que viven todavía en nuestros dias. La posicion superficial del *drift*, asi como los restos orgánicos que contiene, nos conducen á referir su orígen á un período moderno. Si se encuentran, pues, tantas dificultades en la interpretacion de monumentos relativos á tiempos tan inmediatos á nosotros, ¿cómo pudiera tenerse la pretension de descifrar la historia de las edades mas remotas? para responder á esta pregunta trataremos de probar, que lo que parece mas anormal en la *formacion errática*, como la llaman algunos geólogos, no es en realidad mas que el resultado de la accion glaciaria.

La palabra *diluvion*, ha servido durante algun tiempo de designacion vulgar á la formacion de transporte, referida por algunos geólogos al diluvio; otros sabios han adoptado esta palabra como expresion de la opinion, segun la cual una serie de inundaciones diluvianas ocasionadas por los huracanes y las tempestades, los temblores de tierra ó los alzamientos repentinos del suelo sobre el lecho del mar, habrian invadido los continentes arrastrando consigo grandes masas de lodo y piedras y rozando la superficie de las rocas en términos de pulimentarla y producir en ella surcos y estrías.

Pero no se explicaba cómo esta accion se habia manifestado mas enérgicamente en los tiempos modernos que en los primeros períodos de la historia de la tierra, ni por qué se habia desplegado con mayor intensidad hácia las latitudes septentrionales; porque es importante insistir en el hecho de que la formacion de transporte es un fenómeno del Norte. Su extension meridional, los grandes erráticos encontrados en los Alpes y en la comarca inmediata, y especialmente su presencia alrededor de las partes mas elevadas de la cordillera, constituyen una excepcion, que no puede menos de confirmar la hipótesis glaciaria; porque el transporte de los fragmentos de piedras á grandes distancias, y la produccion de las estrías, del pulimento, y de los surcos en las rocas sólidas y estables, se hallan íntimamente relacionados con las acumulaciones de nieves y hielos perpétuos.

Cualquiera que ha comparado las orillas del Báltico con las del Mediterráneo, no puede dudar, que existe una conexion íntima entre el hecho de un clima frio ó septentrional, y los diversos fenómenos geológicos llamados comunmente en nuestros dias *glaciarios*. Se pueden seguir las rocas pulimentadas y estriadas asi como los erráticos, desde la orilla del mar Báltico hasta la altura de 914 metros sobre su nivel, mientras que estos fenómenos faltan totalmente en las comarcas que costean el Mediterráneo; su ausencia es aun mas marcada en las partes ecuatoriales del Asia, del Africa y de la América. Pero cuando se pasa el trópico del Sur y se llega á Chile y á Patagonía, se vuelve á encontrar la formacion de transporte entre la latitud 41° Sur y el Cabo de Hornos, precisamente con los mismos caracteres que tiene en Europa. Las indicaciones relativas al clima, que nos ofrecen los restos orgánicos del drift, estan como hemos dicho en perfecta armonía con las deducciones anteriormente hechas; se puede establecer exactamente la antigua habitacion de los moluscos, tanto mas, cuanto que estos pertenecen á especies aun vivas y esparcidas hoy con mucha abundancia en los mares septentrionales.

Pero si hay razon para admitir que el hemisferio septentrional, haya sido durante el período en cuestion, mucho mas frio que lo es hoy dia (como lo hace probable un desarrollo mayor de las tierras árcticas en superficie y altura, ó la cantidad mas considerable de hielos flotantes que tal estado geográfico debia producir), es preciso reflexionar antes de ir mas lejos, sobre la modificacion total que sufririan bajo la influencia de un frio extremo las causas productoras mas activas de la formacion del aluvion. Una gran cantidad de materias procedentes del detritus de las rocas, y que en los climas cálidos, formaria deltas ó seria regularmente estratificada por las corrientes marinas, tomaria por el contrario, bajo las influencias árcticas, un carácter superficial y aluvial. El lodo no se encontraria transportado mas lejos de la costa que la arena, ni la arena mas lejos que las piedras; las masas estratificadas, pesadas, cesarian de acumularse en superficies limitadas, á lo largo de las orillas de los continentes. El hielo arrastraria confusamente á distancias iguales, casi la totalidad de las materias, ya fuesen groseras ó finas y de enormes fragmentos que el agua sola no bastaria jamás á remover, serian transportadas á centenares de quilómetros sin que sus aristas fuesen desgastadas ó quebradas; en fin, las masas terrosas y pétreas, una vez desprendidas por la fundicion de las masas congeladas, quedarian confusamente en el fondo del mar, en las cumbres ó las llanuras bajas, sin afectar ninguna relacion con las desigualdades del suelo, y reposando sobre las crestas ó las laderas de las montañas tan indiferentemente como en los valles y en las quebradas. A veces en estas partes profundas é inhabitadas del Océano donde habitualmente no llegan mas que los sedimentos mas finos, el fondo se cubriria de

una capa gruesa de guijo, de lodo y de transporte.

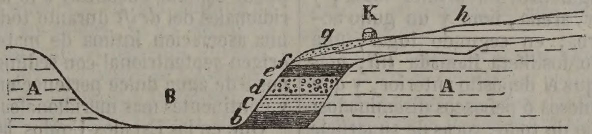
En el hemisferio occidental, en el Canadá y en los Estados-Unidos, avanzando hácia el Sur hasta el 38º paralelo de latitud, se observan todas las particularidades que distinguen la formacion de transporte en Europa; fragmentos de piedras han viajado del Sur al Norte á largas distancias; la superficie de las rocas subyacente se halla estriada y acanalada; un lodo no extratificado ó *till*, que contiene peñascos de transporte, se halla asociado á capas de limo, de arena y de arcilla ordinariamente desprovistas de fósiles; cuando hay conchas pertenecen á especies que viven aun en los mares del Norte; la mitad son idénticas á las que hemos encontrado ya en el *drift* de Europa, á 10º de latitud mas lejos hácia el Norte.

La fauna de la época glaciaria es tambien menos rica en especies, que la fauna actual del mar adyacente, ya sea del golfo de San Lorenzo, de las orillas del Maine ó de la bahía de Massachsetts. A su extremidad meridional sin embargo, el *drift* se aproxima al del Sur de Irlanda y pasa á una fauna mas meridional; un ejemplo se encuentra en Brooklyn cerca de Nueva-York á los 41º de latitud Norte, donde segun Redfield y Desor, la *venus mercenaria* y otras especies meridionales empiezan á aparecer en estado fósil.

La extension de los erráticos americanos durante el período plióceno, en latitudes mas bajas que aquellas á que llegan en Europa, concuerda bien con la inflexion actual hácia el Sur de las líneas isotermas, ó mas bien de las líneas de igual temperatura en invierno. Parece que en otro tiempo, lo mismo que hoy, ha debido existir al lado occidental del Atlántico un clima mas extremado y una abundancia mayor de hielos flotantes.

Réstanos señalar una última analogía entre la distincion de los fósiles del terreno de transporte en Europa y en el Norte de América; lo mismo que en Noruega, en Suecia y en Escocia, se encuentran en el Canadá y en los Estados-Unidos, las conchas marinas á cortas elevaciones de 30 á 200 metros sobre el nivel del mar; mientras que los peñascos erráticos y las superficies de rocas surcadas y bruñidas se observan á alturas de algunos miles de metros.

Lyell ha descrito en 1839 las conchas fósiles recogidas por el capitan Bayfield en las capas del *drift* en Beauport cerca de Quebec á una latitud de 47º, y ha deducido de su exámen, que indican un clima mas septentrional; se refieren en gran parte á las de Uddevalla en Suecia. Los lechos de conchas se elevan en Beauport y en su inmediacion á una altura de 60 á 120 metros sobre el nivel del mar, y se encuentran en algunos grandes peñascos de granito que no han debido ser conducidos por una corriente violenta, puesto que las conchas muy frágiles que las acompañan estan casi enteras. Estos peñascos dice el capitan Bayfield parecen haber sido abandonados por el hielo en el momento de derretirse, fenómeno que se renueva aun todos los años en San Lorenzo. El mismo geólogo ha visitado dicha localidad en 1842 y ha trazado el corte siguiente, á fin de dar una idea de la posicion general del *drift* en el Canadá y en los Estados-Unidos. Segun su opinion, el valle entero B ha estado ocupado en otro tiempo por las capas *b*, *c*, *d*, *e*, *f*,



K. Casa de Ryland.—*h* Arcilla y arena de las alturas, con *Saxicava*, etc.—*g* guijo con peñascos de transporte.—*f* masas de *Saxicava rugosa* de 3 metros y 50 centímetros de espesor.—*e* Arena y limo con *Mya truncata*, *Scalaria groenlándica*, etc.—*d* terreno de transporte con peñascos de Sienita, etc.—*c* arena amarilla.—*b* arcilla hojosa, de unos 750 metros. A capas silurianas, inferiores horizontales.—B. Valle nuevamente abierto.

depositadas en aquel punto durante un período de descenso, y la comarca mas elevada *h*, ha sido posteriormente sumergida y cubierta de transporte. La excavacion nueva y parcial B, se ha verificado despues que la region hubo recobrado su nivel actual sobre el mar; las 23 especies de conchas fósiles recogidas por dicho autor en aquellos lechos, son todas setentrionales y recientes, á excepcion de una sola que no se conoce viva y que representa quizá una especie extinguida (fig. 77). Mas lejos, exáminó la misma formacion en los arrabales de Montreal; algunos de los lechos de limo, estan llenos allí de *Mytilus edulis* ó almeja comun de Europa, cuya concha ha conservado sus valvas y su color purpúreo. Este depósito que contiene la *Saxicava rugosa* y otras conchas marinas características, se encuentra tambien en un punto elevado de la montaña de Montreal á 137 metros sobre el nivel del mar.

En una descripcion del Canadá y de los Estados-Unidos publicada en 1845, ha enunciado el mismo geólogo la opinion de que para explicar la posicion de los erráticos y las superficies bruñidas de ciertas rocas asi como sus estrías y surcos, era preciso admitir primero un descenso gradual de la tierra en el Norte de América en una época en que dicha comarca presentaba ya su configuracion actual de montes y valles, de escarpados y de precipicios, y despues un nuevo alzamiento de la misma tierra sobre el Océano. Durante el período de descenso lento, el mar, que rodeaba el continente, estaba cubierto de islas de hielo flotantes que venian del Norte, y estas á medida que avanzaban á lo largo de la costa y sobre fondos bajos impelian por delante materias movedizas, arenas y piedras que extendian por el fondo. Esta accion continua hacia desaparecer las partes angulosas ó salientes y los fragmentos de piedra dura engastados en la cara inferior del hielo, abrian surcos en la roca sólida subyacente; la orilla pendiente asi como el lecho del Océano eran bruñidos y surcados por el mismo mecanismo. Ninguna corriente de agua por violenta que se suponga, ó por grande que fuera la acumulacion de detritus y las dimensiones de los fragmentos de rocas arrastradas por ella, habria podido formar surcos tan largos, tan derechos y tan paralelos, como los que se ven por todas partes hoy dia en el distrito del Niagara, y generalmente en toda la comarca Norte del 40º de latitud paralelo.

En favor de la hipótesis de un descenso lento y gradual del suelo, se puede citar el hecho de que casi por todas partes en el Norte de la América y en la Europa septentrional, la formacion de transporte reposa sobre rocas cuya superficie está bruñida y surcada, hecho que no nos obliga en manera alguna á admitir, que la produccion del pulimento y de los surcos haya precedido al transporte de los erráticos. Durante el descenso sucesivo de las tierras altas, que se elevaban primitivamente de 300 á 900 metros sobre el nivel del mar, cada porcion de la superficie descendió á su vez al nivel del Océano, de manera que formó en un principio una línea de costa y despues

un fondo bajo; en fin, despues de haber sido rayada de año en año por el rozamiento de las grandes masas de hielos de costas y de los hielos flotantes accidentales, cada una de estas porciones ha descendido hasta una profundidad de algunos centenares de metros. Por efecto del descenso continuo de la tierra, la costa se ha alejado mas y mas de las zonas de rocas pulimentadas y estriadas que se habian formado sucesivamente; cada zona exterior, ha quedado debajo del agua á una profundidad suficiente para no ser alcanzada por los mayores hielos flotantes; estas superficies rebajadas, no han servido mas que de receptáculo al lodo, á la arena, á los peñascos caidos por la fundicion de los hielos, y su profundidad les ha hecho quizá inhabitables para los testáceos y los zoófitos. Sin embargo, mientras que esta masa desprovista de extratificacion y de fósiles se depositaba en el seno de las aguas profundas, la produccion del pulimento y de las estrías en los fondos bajos y en las playas debió continuar activamente á lo largo de la costa. Por último, cuando cesó el descenso y el movimiento de la costra terrestre tomó una direccion contraria, la superficie cubierta de *drift*, volvió á empezar á elevarse lentamente para pasar al estado de tierra firme. El depósito de trasporte debió por consiguiente antes de la elevacion y durante cierto tiempo hallarse sometido á la accion de las olas, del flujo y del reflujo, asi como de las corrientes y en su porcion superior alterada en parte, las materias tomaron necesariamente nuevas posiciones y se extratificaron. En algunos puntos tambien las corrientes de agua que venian de las tierras, han arrastrado sobre el *till* capas de sedimento. En este caso el órden de superposicion habrá sido el siguiente: en primer lugar, y como depósito superior, arena, limo y un guijo accidentalmente fosilíferos; en segundo lugar, una masa extratificada y no fosilífera llamada *till*, mas antigua en gran parte que el depósito anterior, y que contiene erráticos angulosos ó peñascos diseminados; en tercer lugar y debajo de todo, rocas de superficie bruñida y estriada. Estos peñascos han debido revestir su forma actual en una nevera antes de llegar al mar, ó bien, cuando fijos en la cara inferior de un pedazo de hielo flotante, caminaban por el fondo del agua. Sabemos por Carlos Martins que los hielos de Spitzberg avanzan desde la costa al mar á una profundidad de 30 á 120 metros, y que se ve un gran número de peñascos ó piedras estriadas desprenderse de las masas de hielos y caer al fondo del agua á medida que se derriten.

No debemos admirarnos si estas piedras presentan aun dichas mareas, cuando se encuentran levantadas sobre el nivel del mar, porque sabemos que las ondulaciones de la arena y las hendiduras de la arcilla desecada en el intervalo de las mareas altas y bajas, las huellas de pasos de animales, las de las gotas de lluvia señaladas en el cieno y todas las demás impresiones superficiales, se encuentran en estado fósil en las rocas de las diferentes edades.

Por otra parte, no es difícil explicar la ausencia de cantos estriados y rayados y de peñascos de transporte; estos depósitos han podido encontrarse expuestos á la accion de las aguas en una costa que estuviera descendiendo ó elevándose cerca del mar. Nunca presentan las piedras semejantes estrías en una playa marina ordinaria y á una corta distancia del pié de una nevera, á algunos centenares de metros solamente, las piedras contenidas en el lecho de los torrentes formados por el derretimiento de los hielos, han perdido ya sus señales glaciarias en seguida que han sido transportadas.

La falta habitual de conchas fósiles en las arcillas glaciarias á pesar de la aptitud de estas para conservar los restos orgánicos, podria explicarse por la ausencia de testáceos en un mar profundo donde se verifica tranquilamente la acumulacion de los peñascos depositados por la fundicion de los hielos de las costas, y de los hielos flotantes. En el mar Egeo y en otras partes del Mediterráneo, el cero de la vida animal segun el profesor Forbes, se halla á la profundidad de 550 metros. En los mares tropicales, desciende mucho mas, del mismo modo que la vegetacion se prolonga hasta mucho mas arriba en las montañas de las comarcas cálidas. Recíprocamente cerca del polo, el cero está menos alto en las montañas y menos bajo en el mar. Si el Océano hubiera sido lleno de montañas flotantes, y si hubiera reinado una temperatura baja en el hemisferio septentrional durante el período glaciario, las partes aun menos profundas del mar hubieran sido inhabitables ó hubieran estado pobladas únicamente de un corto número de seres vivientes. Debe notarse tambien que la fundicion del hielo en algunos puntos de Noruega enfria el agua hasta el punto de destruir la vida animal; en Islandia han ocurrido escaseces y hambres por hielos flotantes procedentes de la costa de Groenlandia y que habian venido á encallar sobre las tierras; la fundicion de estos hielos habia exigido algunos años, y no solo comprometió la recoleccion por enfriamiento de la atmósfera, sino que ademas ahuyentó la pesca de la costa bajando la temperatura de las aguas del mar.

Si se suponen tres épocas en el período glaciario: aquella, durante la cual el frio aumentó lentamente, aquella en que llegó á su mayor intensidad, y aquella en que volvió á disminuir por grados, se encuentra el terreno de transporte formado durante la primera y última época menos cargado de restos orgánicos, que el de la época del frio mas intenso. Igualmente se puede esperar encontrar á lo largo de los límites meridionales del *drift* durante todo el período glaciario, una asociacion íntima de materias transportadas de orígen septentrional con sedimentos fosilíferos marinos ó de agua dulce pertenecientes á los mares, rios, y continentes mas meridionales.

Que en los Estados-Unidos la aparicion del *Mastodon giganteus* haya sido posterior al período del *drift* es un hecho que no admite duda, porque se encuentran esqueletos enteros de este animal en los pantanos y depósitos lacustrales que ocupan las cavidades de este terreno; se encuentran asimismo algunas veces estos paquidermos extinguidos en el fondo de estanques pequeños que el agricultor deseca para buscar la marga conchífera. Lyell ha examinado en Geneseo en el Estado de Nueva York un depósito de este género; de una marga situada bajo un lecho de tierra negra y turbosa, se habian extraido huesos, un cráneo y un colmillo de mastodonte; todas las conchas que acompañaban á estos restos, eran terrestres ó de agua dulce, y análogas á las que se encuentran todavía vivas en el mismo distrito, como son varias *Limnea, Planorbis bicarinatus, Physa heterostropha, etc.*

En 1845, un colono que explotaba el limo de un pequeño estanque desecado en el condado de Warren en Nueva Jersey, descubrió seis esqueletos de la misma especie de mastodonte á dos metros de la superficie del suelo. Cinco de estos esqueletos estaban juntos, y una gran parte de sus huesos caian en pedazos en cuanto se les ponia al aire; pero el sexto sepultado á unos tres metros de los otros se encontró conservado casi entero; tenia veinte costillas como nuestro elefante actual, lo cual prueba la exactitud de las opiniones de Cuvier respecto á este animal extinguido. De la arcilla que llenaba el espacio comprendido entre las costillas, justamente en el punto donde debia suponerse que existia el estómago, se pudieron extraer hasta 70 litros de materia vegetal. Sometida al exámen microscópico por Henfrey de Londres, esta materia parece que consistia en restos de yemas de una conífera de la familia de los cipreses, probablemente de un cedro blanco (*Thuia occi-*

dentalis), propia hoy de la América septentrional, y con la cual se habia alimentado el mastodonte.

Otro ejemplar del mismo cuadrúpedo, el mas completo y probablemente el mayor que se ha encontrado, fue exhumado en 1845 en la villa de Newburg en el Estado de Nueva York; la longitud del esqueleto era 7 metros y 50 centímetros, y la altura 3,70. La anquilosis de las dos últimas costillas del lado derecho ofreció al doctor John Warren un buen medio para apreciar el espacio que habia debido ocupar la sustancia intervertebral, y de este modo pudo calcular exactamente la longitud. Los colmillos en el momento en que fueron desenterrados, tenian tres metros de longitud; pero no se pudo conservar de ellos mas que una parte. La cantidad de materia animal que contienen los colmillos, los dientes y los huesos de algunos de estos mamíferos fósiles es verdaderamente extraordinaria; segun los análisis del doctor Jackson se eleva algunas veces á 27 por 100; de tal manera, que cuando se han extraido por los ácidos todos los elementos minerales, la forma de los restos huesosos permanece tan intacta, y la masa de la materia animal tan sólida, como en los huesos recientes sometidos al mismo tratamiento.

Estos hechos no nos dan, sin embargo, el derecho de deducir que tales cuadrúpedos han sido sepultados en una época moderna, á menos que se tome la palabra *moderno* en un sentido estrictamente geológico; porque se ha hecho ver, que existe en el valle del Niagara un depósito fluviátil que contiene conchas de los géneros *Melania*, *Limnœa*, *Planorbis*, *Valvata*, *Cyclas*, *Unio*, *Helix*, etc., todas de especies recientes y del cual se han extraido los huesos de un gran mastodonte perfectamente conservados; y sin embargo, la excavacion total de la quebrada en una longitud de algunos kilómetros sobre las caidas, se ha efectuado lentamente despues de formado el depósito fluviátil.

Ha podido haber algun error, cuando se ha señalado un período de mas de 30,000 años á la retirada de las Caidas desde Queenstown hasta su sitio actual; pero nadie puede dudar que ha transcurrido un gran número de siglos antes de verificarse la serie de cambios geográficos que se pueden admitir desde que fue sepultado este cuadrúpedo inmediato á los elefantes. El guijo de agua dulce donde se encuentran sus restos, es indudablemente de orígen mucho mas reciente que el drift ó arcilla de transporte de aquel país.

Otros animales extinguidos acompañan al *Mastodon giganteus*, en las formaciones post-glaciarias de los Estados-Unidos; entre estos animales se cita al *Castoroides Ohioensis*, de Foster y Wyman, gran roedor, análogo al castor, y el *Capybara*. Pero no se sabe todavía si el *loess* y las demás capas marinas y de agua dulce de los Estados del Sur, en que los esqueletos del mismo mastodonte se hallan mezclados con las osamentas del Megaterio, del Milodonte y del Megalonix, datan de la misma época que el *drift*, ó se formaron posteriormente. Sin embargo, segun lo que conocemos de los fósiles terciarios de Europa, y sin duda la misma interpretacion puede aplicarse al Norte de América, es probable que varias especies de testáceos que existian antes de la época glaciaria, hayan sobrevivido á esta época. Como ejemplos europeos pueden citarse entre los cuadrupedos de sangre caliente, el *Elephas primigenius*, y el *Rhinoceros tichorhinus*. En cuanto á las conchas de agua dulce, terrestres ó marinas, es inútil enumerarlas aquí; hablaremos de ellas mas adelante al describir los fósiles terciarios pliocenos de Suffofk. El hecho es importante, porque rechaza la hipótesis de un frio en el período glaciario tan intenso y universal, que habria aniquilado todos los seres vivos del globo.

Es innegable que el frio ha sido mas intenso en una época que lo es actualmente en algunas partes de Siberia, de Europa y del Norte de América; pero antes de admitir la universalidad de un clima mas rigoroso, debemos investigar cuáles fueron las condiciones de las demás partes del hemisferio septentrional y las del hemisferio meridional entero en la época en que los erráticos de la Escandinavia, de la Inglaterra y de los Alpes fueron transportados á su sitio natural. No debe olvidarse que un gran depósito de transporte de peñascos erráticos se está formando hoy en el hemisferio meridional, en el seno de una zona correspondiente en latitud al Báltico y á la Italia del Norte, á Suiza, á Francia y á Inglaterra. Si por efecto de un alzamiento, el lecho desigual del Océano meridional, pasa al estado de tierra firme, la superficie de las montañas y de los valles nos aparecerá sembrada de fragmentos de transporte, unos descendidos del continente antárctico, otros de islas cubiertas de neveras, tales como la Georgia del Sur, las cuales deben constituir hoy dia centros de dispersion del *drift*, aunque esten situadas en una latitud correspondiente á la de las montañas de Cumberland en Inglaterra.

Estos fenómenos se verifican hoy dia entre el 45° y el 60° paralelo de latitud Sur de la línea, mientras que la zona correspondiente á Europa, está libre de hielos; pero lo que es aun mas notable, es que se encuentran en el hemisferio meridional mismo, á 1,400 kilómetros solamente de la Georgia del Sur, donde las nieves perpetuas llegan hasta el mar, tierras cubiertas de bosques, como la Tierra del Fuego. La diferencia de latitud no serviria aquí para explicar la abundancia de vegetacion en un punto, y su falta absoluta en otro, y es preciso admitir entre las demás causas de enfriamiento, los innumerables hielos flotantes que vienen de la zona antárctica, y al fundirse hacen descender la temperatura de las aguas del Océano, asi como la del aire inmediato que llenan de espesas nieblas.

En sus *Principios de geologia*, ha procurado Lyell hacer notar la correlacion íntima que existe entre el clima y la geografía física del globo, asi como la dependencia de la temperatura media anual, no solo de la altura de las tierras, sino tambien de su distribucion en las altas y bajas latitudes en épocas particulares. Si durante ciertos períodos del pasado, la tierra antárctica estuvo menos elevada y fue menos extensa que al presente, y si sucedió lo contrario en el polo Norte, las condiciones de los hemisferios septentrional y meridional, debieron ser inversas en cuanto al clima, de lo que son hoy aunque las montañas de la Escandinavia, de la Escocia y de la Suiza, hayan podido estar menos elevadas que al presente. Pero si existió simultáneamente en las dos regiones polares una superficie considerable de continente elevado, este concurso de condiciones refrigerantes en los dos hemisferios, debió ocasionar temporalmente una intensidad de frio que no se ha vuelto á reproducir despues; tal fue probablemente el estado de las cosas durante el período de sumersion de que hemos hablado.

Erráticos de los Alpes. Aunque las regiones árcticas constituyen el centro principal de dispersion de los peñascos erráticos, se ha visto que otras montañas, por ejemplo, las de la Galles del Norte y de los Alpes, habian sido centros independientes y separados. Bajo este aspecto, los Alpes llaman particularmente la atencion no solo á causa de su gran desarrollo, sino tambien porque estan situados mas allá de los límites ordinarios del *drift* septentrional de Europa, entre los 44° y 47° de latitud Norte. En sus laderas y en la cordillera de las colinas sub-apeninas ó en las llanuras inmediatas, el fenómeno de que hemos hablado ya muchas veces como característico ó que acompaña al terreno de transporte entre los 50° y 70° paralelos de latitud Norte, aparece de nuevo bajo su forma mas sorprendente. De los puntos mas elevados de los Alpes, por ejemplo, del Monte Blanco y del Monte Rosa, han

partido los peñascos erráticos mas considerables y han descendido hasta las provincias adyacentes de Francia, Suiza, Austria é Italia, mientras que en los distritos en que la gran cordillera disminuye de altura como en Carintia, Carniola y otras partes, apenas se encuentran algunos fragmentos menudos desprendidos y transportados á cierta distancia.

En 1821, Venez, manifestó por primera vez la opinion de que las neveras de los Alpes se habian extendido en otro tiempo mas allá de sus límites actuales; sus argumentos fueron posteriormente confirmados por las observaciones de Charpentier. Este sabio declaró en 1836, que segun su conviccion, las neveras de los Alpes se habian prolongado en otro tiempo hasta el Jura y habian llevado sus montones de rocas al través del gran valle de la Suiza. En 1840, Agassiz, despues de varias excursiones á los Alpes en compañía de Charpentier, y un estudio profundo de las neveras durante algunos años, publicó una admirable descripcion de ellas y presentó testimonios que demuestran la accion primitiva de las grandes masas de hielo sobre toda la extension de los Alpes y de la comarca vecina. Hizo notar, que la superficie de todas las grandes neveras, está sembrada de guijo y de piedras desprendidas de los escarpados inmediatos por el frio, la lluvia, el rayo ó las avalanchas. Cuando una nevera alpina llega á un punto inferior y mas caliente que 1,000 ó 1,200 metros sobre el nivel del mar, se funde tan rápidamente que á pesar del movimiento de arriba á bajo de su masa, no puede avanzar ya. Sus límites precisos varian de año en año, y aun mas sensiblemente de siglo en siglo; se cita el ejemplo de una retirada de 700 metros en un solo año. Sabemos tambien segun Venetz, que entre los siglos VI y XV, todas las neveras de los Alpes avanzaban menos que hoy, pero que desde los XVII y XVIII empezaron á progresar de tal manera que han interceptado antiguos caminos y cubierto bosques.

Estas oscilaciones permiten al geólogo seguir las huellas que ha dejado la retirada de las neveras, y entre las cuales las mas notables, son; las murallas de tierra y piedras no estratificadas que las inundaciones subsiguientes han dividido con frecuencia en montecillos que cruzan el valle como obras antiguas ó terraplenes destinados á formar la presa de un rio. Estas barreras transversales han sido por primera vez señaladas por Saussure debajo de la nevera del Ródano, como prueba de su extension primitiva. Sobre estos depósitos se ven grandes peñascos angulosos que transportados en la superficie del hielo, no han sido rotos en sus bordes por el rozamiento; la mayor parte sin embargo, y aun los mas considerables, han sido rodeados no por el poder del agua, sino por la fuerza mecánica del hielo que los ha impelido unos contra otros ó contra las rocas que limitaban los valles. Otros cayendo en las infinitas hendiduras de la nevera y encontrándose allí sometidos á la presion de la masa entera, han sido reducidos á fragmentos redondeados y tambien á arena y lodo fino, elementos que entran en gran parte en la constitucion de los depósitos de que vamos hablando.

Si estos depósitos son los monumentos mas notables que han dejado en su retirada las neveras, se hallan tambien mas sujetos á la destruccion; y en los Alpes suelen ocurrir violentas inundaciones ó deshielos ocasionados por la irrupcion súbita de lo que se llama *lagos glaciarios*. Estas masas de agua accidentales, son debidas á la detencion de un rio por una nevera, que despues de haber aumentado durante una serie de estaciones frias, ha descendido de un valle tributario al valle principal y le ha ocupado de una vertiente á otra. Cuando esta barrera de hielo llega á romperse, las aguas acumuladas se esparcen, arrastran una porcion considerable de la barrera transversal de peñascos y piedras, y diseminan los materiales sobre la llanura del rio, en lechos confusos é irregulares.

Las superficies bruñidas, estriadas y surcadas de las rocas nos ofrecen una nueva prueba de la accion primitiva de las neveras sobre puntos adonde no llegan hoy. Piedras engastadas en la parte inferior de la masa de hielo, siguen lentamente el movimiento insensible de esta masa; desgastan, surcan y pulimentan la roca subyacente al mismo tiempo que los peñascos mayores son á su vez surcados y pulimentados por este contacto. Como las fuerzas de presion y de propulsion son enormes, la arena, obrando á la manera del esmeril, une la superficie, mientras que los guijarros los señalan como lo haria un buril, y las piedras grandes abren surcos en ella.

Despues de pasar la masa del hielo, las rocas prominentes se hallan desgastadas en forma de mamelones redondeados. Este es un resultado de la accion de los hielos que no habiamos citado todavía.

Aunque la superficie de todas las rocas se degrada y descompone bajo la influencia del aire, hay algunas que conservan casi indefinidamente su pulimento y sus surcos y á poco que se hallen cubiertas por la tierra ó el cesped, estas señales de rozamiento pueden durar siempre. Se han observado en los Alpes á grandes alturas sobre neveras actuales y á una gran distancia horizontal de estas neveras.

Sobre las vertientes de los valles suizos se encuentran tambien cavidades redondeadas, profundas, de paredes bruñidas, semejantes á las que pruducen en una roca sólida las caidas de agua, pero que se hallan lejos de toda corriente y en puntos donde no puede suponerse que haya existido jamás cascada alguna. Estas cavidades son comunes en las rocas duras, tales como el gneiss en Suecia; se los llama *marmitas de gigantes* y llegan algunas veces á tres metros y mas de profundidad. En los Alpes y el Jura suelen convertirse en canales largos. Segun Agassiz se forman actualmente agujeros análogos producidos por corrientes de agua que despues de haber surcado la superficie de una nevera, caen por alguna hendidura en forma de cascadas. El agua en su caida arrastra el guijo y la arena en un movimiento de rotacion en el fondo y abre un agujero redondo en la roca; pero como la cascada avanza al mismo tiempo que la masa de hielo, una cavidad que hubiera sido circular, se convierte en un surco profundo. La forma del fondo de roca sobre que se mueve la masa de hielo, determina las hendiduras de este, y por consiguiente, la renovacion anual de cascadas reproducidas incesantemente en los mismos puntos.

Otro efecto de una nevera, es la formacion de una masa circular de piedras alrededor de la cima de un pico cónico que sale al través del hielo; cuando el derretimiento hace bajar el nivel de la nevera, estos círculos de grandes pedazos angulosos quedan en una posicion singular en la cumbre de un cerro escarpado mientras que las partes inferiores suelen estar desprovistas de peñascos de transporte.

Peñascos alpinos sobre el Jura. Las murallas de tierra y piedras, los erráticos, las superficies pulimentadas, las cúpulas, las estrías, las marmitas de gigantes, todas estas señales se encuentran hoy en los Alpes á grandes alturas sobre las neveras y á distancias considerables de su límite inferior; vuelven á encontrarse en una extension de 80 quilómetros en el gran valle suizo y casi sobre todo el Jura, cordillera que corre al Norte de este valle, y cuyas cimas hoy completamente desprovistas de neveras apenas llegan á una tercera parte de la altura de los Alpes.

Los erráticos que cubren el Jura, han ocupado la atencion de los geólogos durante mas de medio siglo. Su explicacion mas plausible, es la siguiente: estos peñascos de granito, de gneiss y de otras formaciones cristalinas, diseminados hoy en montañas y valles compuestos de caliza y de otras formaciones entera-

mente distintas de las de los Alpes, serian sin embargo originarios de esta última cordillera, y habrian franqueado un espacio de mas de 80 quilómetros, atravesando uno de los mas anchos y profundos valles del globo. Causa admiracion que despues de un viaje tan largo, hayan conservado su volúmen y su forma angulosa; algunos son tan grandes como casas, y uno de ellos en particular, célebre bajo el nombre de Piedra de Bote, apoyado sobre la vertiente de una montaña á 274 metros próximamente del lago de Neuchatel, no mide menos de 12 metros de diámetro.

Se observará que estos peñascos han sido transportados de Sur á Norte y ofrecen por esto una excepcion á la regla aplicable á los erráticos en general. Algunas de las mayores masas de granito y de gneiss, contienen hasta 2,000 metros de piedra, y un peñasco de caliza en Devens cerca de Bex, transportado é 48 quilómetros, presenta 6,000 metros cúbicos de materia, y sin embargo sus aristas han conservado toda su pureza.

Segun el exámen de la composicion mineral de estos peñascos, Bisch, Escher y Studer, han concluido, que los del Jura occidental, á la inmediacion de Neuchatel, han venido de la region del Monte Blanco y del Valés; los de las partes medias del Jura, del Oberland bernés; y en fin los del Jura oriental, de los Alpes y de los pequeños cantones de Glaris, Schwytz, Ury y Zug. Los peñascos de estos tres grandes distritos han salido pues de las partes de los Alpes mas inmediatas á las localidades del Jura donde hoy se encuentran, como si hubieran atravesado el gran valle perpendicularmente á su longitud; la direccion mas occidental ha seguido el curso del Ródano; la direccion central, el curso del Aar; y la mas oriental, el de los dos grandes ríos el Reuss y el Limmat. La ausencia de mezcla que se observa siempre en estos tres grupos de peñascos transportados excepto cerca de sus límites, ha parecido siempre muy enigmática á los que creian con Saussure, que estos peñascos habian seguido en su curso á un torrente de agua cenagosa descendido de los Alpes. El primero, Charpentier, sostuvo que las neveras de la Suiza se habian extendido en otro tiempo sin interrupcion hasta el Jura, y que habian transportado los erráticos á estas montañas; pero al mismo tiempo manifestó la opinion de que los Alpes habian sido en otro tiempo mas elevados que hoy. Por su parte Agassiz en lugar de reconocer neveras distintas y separadas; imaginó, que el valle entero de la Suiza habia estado lleno de hielo y que se habia extendido una vasta superficie de nieve desde los Alpes al Jura en una época en que las dos cordilleras presentaban ya la altura relativa que tienen actualmente. Semejante hipótesis tropieza con la dificultad de que la diferencia de altura cuando se extiende en un espacio de 80 quilómetros, da una pendiente que no pasa de 2°, pendiente muy inferior á la de todas las neveras conocidas. Sin embargo, ha recibido el poderoso apoyo del profesor James Forbes en la excelente obra que publicó acerca de los Alpes en 1843.

En la teoría adoptada por Lyell de acuerdo con Darwin, ha supuesto dicho geólogo que los erráticos habian sido transportados por el hielo flotante hasta el Jura, cuando la mayor parte de esta cordillera y la totalidad del valle suizo hácia el Sur, se hallaban bajo el mar. En esta época los Alpes podian no tener mas que la mitad de su altura actual y constituir sin embargo una cordillera tan elevada como los Andes chileños, los cuales á una latitud correspondiente á la de la Suiza, envian hoy á la entrada de cada estrecho neveras de donde parten hielos flotantes cubiertos de peñascos de granito. Al lado opuesto de esta parte de Chile, en donde abundan las neveras, se halla situada la isla de Chiloe paralela al continente y cuya extension es de 100 quilómetros de larga por 48 de ancha. El canal que la separa del continente tiene una profundidad considerable y una anchura de 48 quilómetros. Una parte de su superficie, lo mismo que la costa adyacente á Chile, contiene conchas marinas recientes, prueba incontestable de un alzamiento de la tierra en época muy moderna; bajo estas conchas existe un depósito de transporte, en el cual Darwin ha encontrado grandes peñascos. Uno de los grupos de fragmentos está formado de granito, venido indudablemente de los Andes, mientras que en otros puntos yacen pedazos angulosos de sienita. La disposicion de estas rocas debe atribuirse á la llegada de los hielos flotantes salidos de los diferentes estrechos hácia donde descendian las neveras de los Andes. Estos hielos flotantes partiendo anualmente de diferentes puntos, habrian ido á encallar por grupos distintos á las bahías ó ensenadas de Chiloe, ó en las islas pequeñas de cerca de la costa depositando asi en las montañas y valles peñascos que habrán aparecido mas tarde con la elevacion del lecho del mar adyacente. Una continuacion del movimiento ascensional en esta region de los Andes y de Chiloe, ha podido dar á la cordillera de los Andes una altura igual á la de los Alpes, y á Chiloe una altura igual á la del Jura El mismo alzamiento habrá dejado en seco el canal que separa á Chiloe y al continente, de manera que reproduzca el gran valle de la Suiza. Durante el curso de estos acontecimientos Chiloe y el estrecho que la pertenece, habiéndose convertido á su vez en playa marina, habran sido pulimentados y rayados por los hielos de la costa y por los innumerables hielos flotantes que resbalan por el fondo.

Si se aplica esta hipótesis á la Suiza y al Jura, se puede muy bien suponer en razon del alzamiento de las tierras y la emersion del lecho del mar, que el Jura mismo tenia sus neveras; las que existen hoy en los Alpes y que en un principio se extendian hasta el mar, pudieron tambien durante una parte del período de alzamiento avanzar mucho mas en los valles, y cuando últimamente el clima se hizo mas benigno, las neveras desaparecieron enteramente del Jura y retrocedieron en los Alpes hasta sus límites actuales. Dejando tras de sí los depósitos de tierras y piedras que señalan hoy la mayor extension primitiva de las neveras.

Meteoritas en el terreno de transporte. En sus *Archivos de Rusia* para 1841, Erman hace un relato muy circunstanciado del descubrimiento de una masa de hierro meteórico encontrado por un minero ruso en el aluvion aurífero del monte Altai. Al principio se habian encontrado algunos fragmentos pequeños de hierro nativo en los lavados de Petropawlowsker, Círculo de Mrassker, pero aunque este descubrimiento hubiera llamado la atencion, se suponia que estos pedazos de hierro podian ser restos de herramientas. Posteriormente á la profundidad de 9m,60, los obreros encontraron una pieza de hierro del peso de 8 á 9 quilógramos, de un color gris de acero, un poco mas dura que el hierro ordinario. Esta masa era de hierro nativo con una corta proporcion de niquel, metal que se encuentra de ordinario en las piedras meteóricas. Estaba enterrada en el fondo de un depósito donde el guijo reposaba sobre una caliza esquistosa. Una gran cantidad de mineral pardo de hierro, asi como de oro, existe en el mismo guijo, que parece pertenecer á esta formacion aurífera extendida en la que abundan los huesos de mamut, del *Rhinoceros tichorhinus*, con los de otros cuadrúpedos extinguidos, y que aun se duda colocar en el Post-Plioceno, ó en el Nuevo Plioceno.

No debemos admirarnos de no haber descubierto aun indicios de estas especies de aerolitos en las rocas mas antiguas; porque ademas de su rareza, los que hubiesen caido en el mar (y de las capas marinas es de lo que tienen que ocuparse mas ordinariamente los geólogos) estando principalmente compuestos de hier-

ro nativo, habrian sufrido rápidamente nuevas combinaciones químicas en contacto del cloruro de sodio y de otras sales de que estan cargados el agua y el fango.

Sabemos que las áncoras, los cañones y otras piezas de hierro labrado, que han permanecido sepultadas durante algunos centenares de años á lo largo de las costas de Inglaterra, se descomponen para formar con la arena y el guijo, un conglomerato cimentado por el óxido de hierro. Un hierro meteórico, á pesar de la accion preservativa del niquel, se descompondria incontestablemente en el transcurso de mil años para pasar á óxido, sulfuro ó carbonato de hierro y cesaria bien pronto de ser reconocible. Cuanto mas antiguas son las rocas, mas frecuentemente han sido calentadas y enfriadas, penetradas por los gases, las aguas del mar, la atmósfera ó las fuentes minerales, y mas cortas las probabilidades de encontrar en ellas una masa de hierro nativo no alterado; sin embargo la conservacion de la antigua meteorita del Altai, y la presencia del niquel en estos cuerpos curiosos, permiten esperar que se ha de encontrar en adelante un número mayor entre los depósitos de los períodos remotos.

CAPITULO XIII.

CAPAS DEL NUEVO PLIOCENO Y DEPÓSITOS DE LAS CAVERNAS.

Hemos tratado en el último capítulo de la formacion de transporte y de las capas de agua dulce y marinas que se le asocian y pertenecen principalmente al fin del período del Nuevo Plioceno; vamos á describir otros depósitos de la misma edad ó casi de la misma, observando, sin embargo, que es difícil trazar una línea de demarcacion bien distinta entre estas formaciones modernas, sobre todo cuando es preciso comparar depósitos de orígen marino y de agua dulce, ó estos con las osamentas contenidas en las cavernas.

Si cada vez que los esqueletos de cuadrúpedos han sido sepultados por inundaciones en el aluvion, enterrados en los pantanos ó escondidos en las capas lacustrales, una corriente de lava hubiese venido á cubrir los depósitos de aluvion ó de agua dulce, como ha sucedido frecuentemente en Auvernia, y á preservarlos de toda mezcla con las capas formadas posteriormente, la clasificacion cronológica de la serie entera de las formaciones que contienen mamíferos, seria una tarea fácil aun suponiendo que cierto número de especies fueron comunes á varios grupos sucesivos. Pero cuando en mas de un período se han producido en el nivel de la tierra oscilaciones acompañadas de un aumento de anchura y profundidad en los valles; cuando una misma superficie primitivamente cubierta de bosques y habitada por cuadrúpedos terrestres ha sufrido las invasiones del mar, y despues se ha levantado de nuevo determinando cada cambio una acumulacion de materias sedimentarias ó bien una desnudacion parcial; cuando el transporte del hielo por las corrientes marinas y los rios durante un período de frio intenso, ha establecido una diferencia en el modo ordinario de traslacion ó en la distribucion geográfica de las especies, cuesta mucho trabajo desembrollar la clasificacion de estas formaciones pleistócenas.

En varios puntos del valle del Támesis, se encuentran pedazos de antiguos depósitos fluviales que difieren considerablemente en edad, aunque las conchas terrestres y de agua dulce que contienen pertenezcan á especies recientes. En Brentford, por ejemplo, los huesos del mamut de Siberia ó *Elephas primigenius* y del *Rhinoceros tichorhinus*, animales cuyas carnes y pelos ha conservado el suelo helado de la Siberia, se encuentran en abundancia con los huesos de una especie de hipopótamo; los de los aurochs, del buey de cuernos cortos, del gamo rojo, del reno y del gran tigre ó leon de las cavernas. Una asociacion semejante se observa en Maidstone, en el Kent y en otros puntos y las especies concuerdan generalmente con aquellas cuyas osamentas fósiles han sido descubiertas en las cavernas de Inglaterra. Cuando se ve en el mismo limo el reno actual y un hipopótamo extinguido, se pregunta cuáles son las condiciones climatéricas que han permitido á estos géneros coexistir en la misma localidad; y es necesario admitir que donde quiera que hay continuidad de tierras desde las regiones polares hasta las templadas y las ecuatoriales, se encuentran puntos en que el límite Sur de una especie ártica, se encuentra con el límite Norte de una especie del Sur, y que si las dos especies han tenido costumbres de emigracion como el tigre de Bengala, el bisonte de América, el buey almizclado y otros, habran debido penetrar muy adentro en las comarcas vecinas. Diferentes oscilaciones de temperatura pueden aun haberse manifestado durante los períodos que han precedido ó seguido inmediatamente al frio mas intenso del período glaciario.

Las capas que se encuentran á la orilla derecha del Támesis en Grays, Thurrock en el Essex, son probablemente mas antiguas que las de Brensford, aunque las conchas terrestres y de agua dulce que contienen, sean casi todas idénticas á las especies actuales. Tres de estas conchas, sin embargo, no se encuentran en la Gran Bretaña, y son: la *Paludina marginata*, la *Unio littoralis* y la *Cyrena consobrina*. Este último fósil (concha reciente del Nilo) es muy abundante en Gray y merece atencion, porque el género cyrena no existe ya en Europa.

El rinoceronte que se encuentra en los mismos lechos, se diferencia del de Brentford, y el elefante que le acompaña es el *Elephas meridionalis*, variedad que segun Owen y Meyer es la misma especie que el mamut de Siberia, aunque algunos naturalistas hayan hecho de él una especie distinta. Con estos mamíferos se encuentra el *Hippopotamus major*, y lo que es notable, en un depósito tan moderno y tan septentrional, un mono llamado por Owen *Monacus Pliocenus*.

El bosque sumergido de que hemos hablado anteriormente y que está colocado debajo del *drift* en la base de las quebradas de Norffolk, se halla asociado á un lecho de lignito y de limo en el cual se encuentran un gran número de osamentas fósiles que parecen pertenecer al mismo grupo que los de Grays. Algunas veces se le ha llamado lecho de elefantes. La parte que se extiende bajo el mar en Appisburgh, sostenia en 1820 un banco de ostras recientes, y los pescadores sacaron de él en el transcurso de treinta años y al mismo tiempo que sacaban las otras, unas 2,000 muelas de mamut. Otra porcion de la misma capa ha dado en Bacton, Cromer y otros puntos de la costa, huesos de un castor gigantesco (*Trogontherium Cuvierii*, Fischer), huesos de buey, de caballo, de gamo y de dos especies de rinoceronte, *R. tichorhimus* y *R. leptorhinus*. El estudio de estos depósitos de fósiles, demuestra, que cuando se examina la serie de tiempos que se han sucedido, se observa que la fauna mamífera se diferencia mas pronto del tipo reciente que la fauna testácea.

Hemos visto ya que la longitud de las especies en la clase de los mamíferos de sangre caliente, no es tan considerable como la de los moluscos; los animales de esta última clase sufren probablemente mejor los cambios de clima y las diferentes revoluciones que vienen durante el curso de las edades á trastornar el mundo orgánico. Este fenómeno por lo demás, no es particular de Europa, porque Darwin ha encontrado en Bahía Blanca en la América del Sur bajo una latitud de 39° S., cerca de los confines septentrionales de la Patagonia, restos fósiles de los géneros extinguidos de mamíferos, Megaterio, Megalonix, Toxo

don y otros, asociados á conchas que pertenecen casi todas á especies que viven aun en el mar contiguo; los moluscos marinos, lo mismo que los de los rios de los lagos ó de las tierras, habrian pues perecido mas lentamente que los mamíferos terrestres.

Ya hemos hablado de ciertas capas marinas sobrepuestas al *till* cerca de Glasgow y en otros puntos á lo largo del Clyde, en las cuales las conchas son en su mayor parte propias de Inglaterra con una mezcla de algunas especies árcticas; el resto que forma próximamente una décima parte de la totalidad, se refiere á especies extinguidas. Esta formacion puede tambien clasificarse en el Nuevo Plioceno.

Crag fluvio-marino de Norwich. A menos de 8 quilómetros de Norwich, y en las dos orillas del Yare, se encuentran en muchos puntos lechos de arena, de limo y de guijo llamados *crag* en término provincial, pero de una edad muy diferente del crag de Suffolk, y que contiene una mezcla de conchas marinas terrestres, y de agua dulce con ictiolitas y huesos de mamíferos. Es claro que estos lechos se han acumulado en el fondo del mar cerca de la embocadura de un rio. Forman trozos de espesor variable que reposan sobre creta blanca y estan cubiertos por una masa gruesa de guijo silíceo. La superficie de la creta se halla con frecuencia perforada hasta la profundidad de algunos centímetros por el *Pholas crispata*, cuyas conchas se hallan todavía cada una en el fondo de su cavidad cilíndrica, llena actualmente de una arena menuda procedente del *crag* que ha venido á colocarse encima. Esta especie de pholade existe aun y perfora las rocas entre las mareas altas y bajas en la costa de Inglaterra. Las conchas mas comunes del crag tales como el *Fusus striatus, Turritella terebra*, *Cardium edule y Cyprina islándica*, abundan hoy en los mares británicos; pero á su lado se encuentran algunas especies extinguidas, tales como la *Nucula Cobboldiæ* (fig. 78) y *Tellina obliqua* (fig. 79). La *Natica helicoides* (fig. 80), presenta el ejemplo de una especie conocida en un principio solo en estado fósil y que despues se ha encontrado en estado vivo en los mares.

Entre los huesos de mamíferos que se encuentran tambien, figura el *Mastodon angustidens* del cual ha descubierto Wigham una porcion de la mandíbula superior en Postwick cerca de Norwich. Como especie ha sido tambien hallada en el crag rojo á un mismo tiempo en Sutton y en Felixstow, y ha sido hasta ahora considerada como característica de las formaciones mas antiguas que el pleistoceno, es posible que haya sido arrastrada por las aguas del crag rojo al crag de Norwich.

Sin embargo, entre las osamentas que no pueden ser objeto de cuestion alguna, citaremos las de elefante, de caballo, de cerdo, de gamo, las maxilas y dientes de campañol. Lyell asegura haber visto la maxila de un elefante procedente de Bramerton cerca de Norwich; las serpulas que estaban adheridas á ella demostraban que habia estado algun tiempo en el fondo del mar del crag de Norwich.

En Thorpe, cerca de Aldborough y en Southwod, esta formacion fluvio-marina se ve claramente en las quebradas: consiste en arena, piedras, limo y arcilla en hojas. Algunas de estas capas presentan las señales de un depósito tranquilo, y ciertas secciones ponen á descubierto un espesor de mas de 12 metros. Algunas de las conchas de moluscos lamelibranquios, presentan todavía sus dos valvas reunidas, aunque estos fósiles se encuentran mezclados con testáceos terrestres y de agua dulce, y con huesos y dientes de elefante, de rinoceronte, de caballo y de gamo. Entre estas capas se ha encontrado tambien un lecho rico en conchas marinas, y entre estas, un gran ejemplar de *fusus striatus* lleno de arena y con un diente de caballo en su interior.

En un principio se habia clasificado el crag de Norwich en un plioceno mas antiguo por la consideracion de que mas de una tercera parte de los testáceos fósiles eran de especies extinguidas; pero hay razones para creer hoy, que algunas de las conchas raras debidas á estas capas, no pertenecen realmente á una fauna contemporánea del depósito, sino que han sido arrastradas por las aguas de los lechos mas antiguos del crag rojo; otras especies que se suponian en otro tiempo extinguidas, se han encontrado vivas últimamente en los mares británicos. Segun algunos, el número total de las especies marinas no pasa de 76, de las cuales solo una décima parte se refiere á testáceos extinguidos. Las catorce conchas de agua dulce que se hallan asociadas á las anteriores, se encuentran todas vivas. Bean ha encontrado en Bridlington en el Yorkshire, capas que contenian las mismas conchas.

Capas del nuevo plioceno de Sicilia. En ningun punto de la Europa tanto como en Sicilia, parecen extenderse las formaciones del Nuevo Plioceno sobre una superficie tan ancha, y elevarse á alturas tan considerables. Cubren casi la mitad de la isla, y llegan cerca del centro en Castrogiovanni, á una elevacion de 900 metros. Se dividen en dos series principales, la superior, caliza y la inferior, arcillosa; las dos se encuentran en Siracusa, Girgenti y Castrogiovanni.

Segun Philippi entre las 124 especies que presentan las capas de la Sicilia central, 35 se han extinguido. Entre las que viven aun, 5 no habitan ya el Mediterráneo. Segun las conclusiones del mismo autor, la Sicilia presenta un paso gradual de las capas que contienen 70 por 100 de conchas recientes, á las que no presentan absolutamente mas que fósiles de esta categoría; pero sus tablas estan muy lejos de justificar una generalizacion tan importante porque muchas de las localidades que cita no han presentado todavía mas que 20 ó 30 especies de testáceos. Las capas de Sicilia pertenecen probablemente al mismo período que el crag de Norwich, aunque un geólogo acostumbrado á ver en el Norte de Europa á las formaciones pleistócenas, ocupar bajos fondos y permanecer muy incoherentes en su testura, se sorprende naturalmente de encontrar formaciones de esta edad tan sólidas, tan petrosas, tan gruesas y que lleguen á una elevacion tan considerable sobre el nivel del mar.

La parte superior ó caliza de este grupo, consiste en algunos puntos en una piedra de color blanco amarillento semejante á la caliza grosera parisien; en otros puntos, es una roca casi tan compacta como el mármol, y cuyo espesor varía algunas veces de 200 á 300 metros. Se encuentran en ella habitualmente capas regulares horizontales cortadas accidentalmente por valles profundos como los de Sortino y Pentalica que abundan en cavernas. Las conchas fósiles se presentan en todos los estados de conservacion desde las que presentan una parte de su materia animal y de su color hasta las que no son mas que simples moldes.

De la caliza se pasa á un gres y conglomerato bajo los cuales hay una arcilla y una marga azul semejantes á las de las colinas sub-apeninas; se pueden extraer de ellas corales y conchas en perfecto estado de conservacion. La arcilla alterna algunas veces con arena amarilla.

Al Sur de la llanura de Catania, las capas terciarias se hallan entremezcladas con materias volcánicas producidas en su mayor parte por erupciones submarinas. En la época en que la arcilla, la arena y la caliza amarilla estaban formándose en el fondo del mar, se abririan volcanes bajo las aguas como en la isla de Graham en 1831, y sus accidentes se renovarian por intervalos sucesivos. Las cenizas y la arena volcánicas sometidas á la accion de las olas y de las corrientes, formarian las capas de toba intercaladas hoy entre los lechos calizos y arcillosos que contienen las conchas marinas. Se pueden ver las hendiduras ó

dykes por las cuales se ha elevado la lava en ciertos puntos, por ejemplo, cerca de Lentini, donde se encuentra un conglomerato, en el cual se han observado varias piedras de rocas volcánicas enteramente cubiertas de *serpulas*. Este fenómeno se explicaria por la existencia en aquel punto de algunos islotes volcánicos destruidos despues por las aguas, como la isla de Graham que desapareció en 1831. Despues de haber rodado cierto tiempo por las orillas de estas islas temporales, los peñascos redondeados y las piedras volcánicas serian arrastradas á puntos tranquilos del mar, y las serpulas se fijarian y desarrollarian libremente en su superficie; finalmente, el lecho de piedras habria sido á su vez cubierto de capas calizas conchíferas. En Vizzini, distante algunos quilómetros al S. O., se ha encontrado otra prueba del desarrollo gradual de estas formaciones modernas, y de los largos intervalos que han separado las diferentes corrientes de lava; un lecho de ostras de 6 metros lo menos de espesor, reposa sobre una corriente de lava basáltica; las ostras son en un todo idénticas á las de nuestra especie comestible comun, y sobre este lecho reposa una segunda masa de lava con toba ó peperino. En medio de las mismas formaciones alternadas, ígneas y acuosas, se ve cerca de Galieri, no lejos de Vizzini, un lecho horizontal de unos 0m 45 de grueso y que está enteramente compuesto de un coral mediterráneo comun (*Caryophyllia cæspitosa*, Lam.) (véase la fig. 81). Los corales han conservado la posicion vertical que tenian en su estado natural, y cuando se les ha seguido en algunos centenares de metros, se les encuentra á una altura correspondiente sobre el lado opuesto del valle.

Se sabe que los corales son ordinariamente ramificados, no por la division de los animales, como suponen algunos autores, sino por la fijacion de individuos jóvenes sobre otros individuos de mas edad; ahora bien, debemos tener en cuenta este modo de crecer porque nos permite apreciar el tiempo que ha transcurrido durante la construccion del lecho entero de coral, por el que ha necesitado el desarrollo de varias generaciones sucesivas.

Entre las conchas fósiles que se encuentran en estas capas de Sicilia, y que abundan aun en el Mediterráneo, ninguna es mas notable por su grueso y su frecuencia que el gran peine, *Pecten jacobæus* (figura 82), hoy dia tan comun en los mares vecinos. Se han visto en gran número en la caliza de Palermo y de Sirgenti, y en la que se alterna con las rocas volcánicas entre Siracusa y Vizzini, muchas veces á grandes alturas sobre el nivel del mar.

Cuanto mas reflexionamos en la cantidad considerable de estas conchas recientes, mas nos admiramos del espesor, de la solidez y de la altura sobre el nivel del mar, de las masas de rocas en que estan sepultadas, y al mismo tiempo de los inmensos cambios geográficos que han ocurrido desde su orígen. No olvidando que las capas superiores han sido depositadas bajo las aguas, debemos, para concebir una idea justa de su antigüedad, examinar separadamente las innumerables partículas de que se compone el conjunto y los lechos sucesivos de conchas, de corales, de ceniza volcánica, de conglomerato, de corrientes de lava, y calcular el tiempo necesario para la elevacion gradual de las rocas y la excavacion de los valles. En este cálculo el período histórico representaria apenas una unidad apreciable, porque encontramos en antiguos templos griegos, como los de Girgenti (Agrigentum) construidos con caliza moderna sobre colinas construidas por la misma caliza, sin que el sitio en que estan situados parezca haber sufrido la menor alteracion desde que los griegos colonizaron por primera vez aquella isla.

La edad reciente de las rocas de aquella region conduce á otra conclusion singular é inesperada, á saber: que la fauna y la flora de una gran parte de la Sicilia, son mas antiguas que la comarca misma, y que han precedido no solo al alzamiento y emersion del suelo actual, sino tambien á la reunion en el fondo de las aguas de las materias que las componen hoy.

En efecto, la mayor parte de la isla ha sido convertida en tierra firme en una época en que el Mediterráneo estaba ya poblado de casi todas las especies de testáceos y de zoófitos que le habitan actualmente. Se puede pues, presumir que antes de la emersion de esta region, las mismas conchas terrestres de agua dulce y casi todos los animales y plantas que pueblan la Sicilia, existian ya, porque la fauna y la flora terrestre de esta isla, son precisamente las de las otras partes vecinas del Mediterráneo. No parece que se encuentren en ella especies particulares ó indígenas, y las que se hallan establecidas hoy, han emigrado probablemente de tierras ya existentes, de la misma manera que las plantas y animales del territorio de Nápoles han colonizado el monte Nuovo desde la aparicion de este cono volcánico en el siglo XVI.

Estas conclusiones dan nueva luz acerca de la relacion que existe entre los hábitos de emigracion de los animales y de las plantas y los cambios que sobrevienen incesantemente en la geografía física del globo. Es evidente, que en razon de la larga duracion de su existencia, las especies estan destinadas á sobrevivir á varias grandes revoluciones en la configuracion de la supercie de la tierra; y de aquí, innumerables combinaciones que tienden á ensanchar el campo de la creacion animal y vegetal. Los habitantes de la tierra firme son muchas veces transportados al través del Océano y las tribus acuáticas entre las grandes especies continentales. Es cierto, que las especies terrestres y fluviátiles no han sido exclusivamente destinadas á los rios, valles, llanuras ó montañas que las recibieron en el momento de su creacion, sino tambien á otros puntos habitables que debian formarse antes de su extincion; del mismo modo las especies marinas han sido no solamente creadas para las regiones profundas ó los bajos fondos del Océano que existian en tiempo de su aparicion, sino tambien para extensiones de habitacion que podian ser sumergidas ó diferentemente modificadas en sus profundidades durante el tiempo que debian vivir estas especies sobre el globo.

Brechas huesosas y depósitos de las cavernas del período plioceno. — *Sicilia.*—Ya hemos mencionado las diferentes particularidades que presenta bajo el punto de vista que nos ocupa la caverna de San Ciro cerca de Palermo. En el fondo de esta caverna, el doctor Phillippi ha encontrado en la arena como unas cuarenta y cinco conchas marinas indudablemente idénticas, exceptuando dos ó tres, á las especies recientes. La parte superior de la brecha contiene principalmente huesos de mamut (*E. primigenius*), algunos de los cuales se refieren á un hipopótamo distinto de las especies recientes, y mas pequeño que el que se encuentra habitualmente en estado fósil. Se han descubierto asimismo varias especies de gamos y aunquizá restos de osos. Estos mamíferos datan probablemente del período post-plioceno.

La caliza terciaria, Nuevo Plioceno de la Sicilia, está algunas veces toda llena de cavernas; los cuadrúpedos, cuyos restos se encuentran en ellas, son naturalmente de orígen mas moderno que las rocas, y deben ser referidos al fin de la época terciaria, si ya no á una edad todavía mas moderna. El corte que acompaña á esta explicacion representa la situacion de una de estas anfractuosidades en el valle de Sortino.

Inglaterra. En la caverna de Kirkdale á unos 40 quilómetros N. N. E. de York, se han descubierto los restos de unas trescientas hienas pertenecientes á in-

Geología.

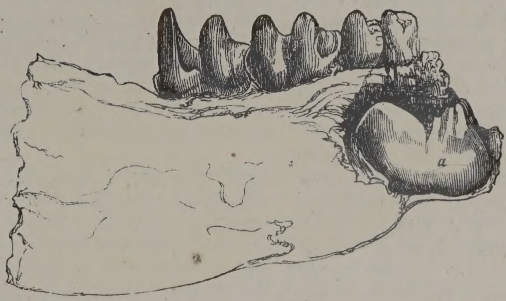
81



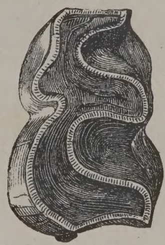
85



83



88



84



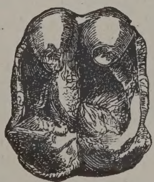
93



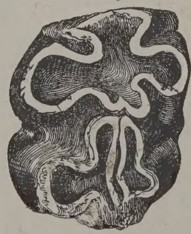
90



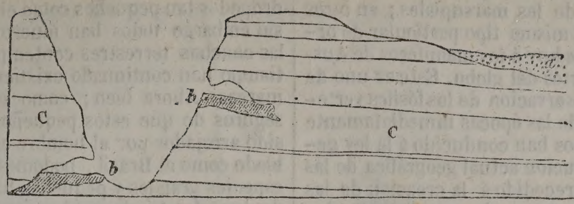
92



89



81. *Caryophylla cæspitosa*; *a* tronco con un boton naciente al lado; *a** el mismo boton en mayor volúmen; *b* porcion de rama aumentada de volúmen, con la base de otra rama lateral; *c* corte al través de la rama principal anterior; *d* rama que presenta otra lateral en su base; *e* rama principal con otra lateral plenamente desarrollada; *f* estrella terminal completa.—83. *Macropus atlas*, Owen; *a* falso molar permanente, en el alveolo.—84. Mandíbula inferior de la mayor especie viva de Kanguro (*Macropus majo*
85 Incisivo de *Macropus*.—88. *Rhinoceros leptorhinus*; mola
núltimo de la mandíbula inferior.—89 Hipopotamo; diente mola
90. *Sus scrofa*, Linn.; molar posterior de la mandíbula inferio
92. *Tapirus americanus*; tercer molar de la mandíbula s
rior.—93. Gamo, *Cervus alces*, Linn.; molar de la mandí
superior; *a* corona; *b* cara lateral.



a. Aluvion.
b, b, Depósitos en las cavernas. } con restos de cuadrúpedos la mayor parte extinguidos.
C. Caliza que contiene restos de conchas de las cuales 70 ú 80 por 100 son recientes.

dividuos de diferentes edades. La especie *Hyœna spelœa* se halla extinguida y era mayor que la *Hyœna crocata* del Africa meridional aun cuando esta se le pareciera mucho. Un exámen detenido ha demostrado al doctor Buckland, que las hienas habian debido vivir en aquella localidad, como lo prueba la presencia de una gran cantidad de sus excrementos. En esta caverna, se han encontrado osamentas de osos, de elefantes jóvenes, de hipopótamos, de rinoceronte, de caballo, de cerdo, de lobo, de liebre, de raton de agua y de algunas aves; todos parecia que habian sido roidos y triturados por el diente de las hienas; se encuentran confusamente mezclados en el limo ó fango, ó dispersos en la costra de estalaquinta que los cubre.

El profesor Owen cita 37 especies de mamíferos descubiertos en las cavernas de las islas británicas; entre este número, 16 parecen extinguidas y las demás subsisten en Europa. Estos mamíferos no han sido conducidos por las aguas al sitio donde se encuentran hoy sus despojos; han vivido y muerto allí generacion por generacion. En apoyo de este aserto, se pueden citar muchos cuernos de gamo separados por la muda y que se han encontrado en las cavernas y capas de agua dulce de Inglaterra.

Existen tambien hendiduras en que los animales arrastrados por las aguas con la materia aluvial y los fragmentos de rocas, han constituido con ayuda de las infiltraciones estalagníticas una especie de brecha huesosa. Frecuentemente se observan series de cavernas que unidas entre sí por galerías estrechas é irregulares, siguen al través de las montañas una direccion tortuosa y parecen haber servido de canales á manantiales ó rios subterráneos. Varios arroyos en Morea, llevan hoy, huesos, piedras y cieno á sitios de esta naturaleza. Si mas adelante movimientos subterráneos vinieran á modificar la forma de aquella comarca, y si la desnudacion abriera en ella nuevos valles, ciertas porciones de dichos canales puestas en comunicacion con la superficie, servirian de guaridas á los animales salvajes y de retiros donde irian á morir. En Francia, Alemania y Bélgica, algunas cavernas han atravesado estas diferentes condiciones, y han quedado finalmente abiertas al aire durante una gran parte del período terciario. Es sin embargo muy notable que, en el continente europeo, como en Inglaterra, los restos fósiles de mamíferos pertenecen casi exclusivamente á la fauna del Nuevo Plioceno y del Post-Plioceno, y que, cuando estan acompañados de conchas terrestres ó fluviátiles, estas se refieren en gran parte, sino en totalidad, á las especies recientes.

La conservacion de las osamentas fósiles es debida á una formacion lenta pero continua, de estalactitas depositadas por las aguas, que rezuman de la bóveda de las cavernas; el orígen de este fenómeno ha recibido modernamente del eminente químico Liebig, la explicacion siguiente. En Franconia, donde la caliza abunda en las cavernas, el suelo es fértil y la materia vegetal está constantemente en estado de descomposicion. Sometido á la humedad y al aire, este mantillo ó humus, desprende ácido carbónico de que se impregna el agua de la lluvia y que transporta al través de la caliza porosa que penetra. Cuando despues se desprende en las cavernas el ácido carbónico, se deposita en ellas materia caliza formando estalactitas. Estos hechos parece que señalan á la emersion del distrito una fecha muy moderna, porque las estalactitas no han podido formarse sino despues de dejar en seco la roca cavernosa y las conchas asi como los animales terrestres se hallan generalmente sepultados en la parte inferior del depósito.

Cavernas de brechas de Australia. Las brechas osíferas no son exclusivamente propias de Europa: se encuentran en todas partes del globo, y las que han sido descubiertas recientemente en Australia, corresponden enteramente á las brechas huesosas del Mediterráneo en las cuales se hallan fragmentos de huesos y de rocas intimamente unidos por un cimiento rojo ocráceo.

Algunas de estas cavernas de Australia han sido examinadas por Mitchell en el valle de Wellington á unos 300 quilómetros Oeste de Sidney, en el rio Bell, uno de los principales manantiales de Macquarie, y en el Macquarie mismo. Dichas cavernas ramificadas muchas veces en diferentes direcciones, se ensanchan ó estrechan y sus paredes superior é inferior se cubren de estalactitas; los huesos estan ordinariamente rotos, pero no parecen haber sufrido la accion de las aguas. En algunos puntos, se hallan enterrados en una tierra movediza; mas ordinariamente se hallan encerrados en una brecha.

Los restos de Kanguro son los mas abundantes; se cuentan cuatro especies de ellos. Ademas de los géneros *Hypsiprymnus*, *Phalangista*, *Phascolomys* y *Dasyurus*, se encuentran tambien osamentas que se habian atribuido en un principio al hipopótamo ó al dugongo, pero que Owen ha referido á un género de marsupiales vecino del *Wombat*.

Entre estos fósiles, muchas especies son mayores que las que viven hoy en Australia. La fig. 83, representa el lado derecho de una mandibula inferior de kanguro (*Macropus atlas*, Owen); y demuestra cuánto exceden sus dimensiones á las de la parte correspondiente del mayor kanguro que hoy vive y que está representada en la fig. 84. En estos dos ejemplares una porcion de la sustancia de la mandíbula ha sido separada para mostrar el falso molar permanente (*a*, fig. 83) oculto en el alveolo. La presencia de este molar, es una prueba de que el individuo era jóven y todavía no habia perdido sus primeros dientes. La figura 85, representa un diente de delante de la misma especie de kanguro.

Imposible será decidir si las brechas de Wellington Valley pertenecen en rigor al período plioceno, mientras no se tenga un conocimiento mas completo de los cuadrúpedos recientes del mismo distrito, y no se hayan determinado las conchas terrestres fósiles que pueden encontrarse sepultadas en los depósitos de las mismas cavernas.

Todos los cuadrúpedos extinguidos de Australia pertenecen á la familia de los marsupiales; en otros términos, se refieren al mismo tipo particular de organizacion que distingue hoy á los mamíferos de Australia de los de otras partes del globo. Este es uno de los hechos que por la observacion de los fósiles vertebrados é invertebrados de las épocas inmediatamente anteriores al hombre, nos han conducido á la ley general, de que la distribucion actual geográfica de las *formas* orgánicas, ha precedido á la creacion de las *especies* vivas, ó dicho de otro modo, que la limitacion de los géneros ó de las familias de cuadrúpedos, moluscos, etc., en ciertas provincias actuales, terrestres ó acuáticas, ha empezado antes de introducirse en la tierra las especies hoy contemporáneas del hombre.

En su excelente *Historia de los mamíferos fósiles de Inglaterra*, Owen ha recordado esta ley, haciendo notar, cuánto se diferencian los cuadrúpedos de Europa y Asia, de los de Australia y la América del Sur.

En la provincia Europeo-Asiática, en lugar de kanguros ó de armadillos, encontramos como fósiles característicos, el elefante, el rinoceronte, el caballo, el oso, la hiena, el castor, el cerdo, el topo, etc. En los pampas de la América del Sur, los esqueletos de Megaterio, Megalonix, Gliptodonte, Milodonte, Toxodonte, Macrauquenia y otras formas extinguidas, son análogos al perezoso vivo, al armadillo, al cavi, al capibara, y al llama. Los cuadrumanos fósiles asociados á algunas de estas formas en las cavernas del Brasil, pertenecen á la familia de los *platirrinos*, familia hoy dia particular de la América meridional. El orígen enteramente moderno de la fauna extinguida de Buenos Aires y del Brasil, se deduce de sus relaciones con los depósitos de conchas marinas que se refieren á las que habitan hoy el Atlántico; y Lyell afirma que en un viaje hecho por él á Georgia en 1845, se convenció de que el Megaterio, el Milodonte, el *Harlanus americanus*, el *Equus curvidens* y otros cuadrúpedos análogos al tipo de los pampas, eran de edad posterior á las capas que contenian conchas de cuarenta y cinco especies recientes del mar vecino.

Algunos géneros á la verdad son cosmopolitas, como el Mastodonte (género de la familia de los elefantes) y el caballo, que se encuentran representados simultáneamente por diferentes especies fósiles tanto en Europa como en el Norte y Sur de América; pero estas raras excepciones no pueden alterar la regla que el profesor Owen ha formulado del siguiente modo: en las clases de animales mas elevados en organizacion, las mismas formas han estado durante los períodos pliocenos, limitadas á las mismas grandes provincias á que lo estan en la época actual.

Por moderna que sea bajo el punto de vista geológico la época pleistocena, es evidente, que causas mas generales y mas poderosas que la intervencion del hombre, han hecho desaparecer la antigua fauna de regiones tan extensas. Varias especies se hallaban extensamente distribuidas. El Megaterio, por ejemplo, se extendia desde la Patagonia y la Plata, en la América meridional entre las latitudes 31 y 32 Sur, hasta las latitudes correspondientes de la América del Norte, habitaba asimismo la comarca intermediaria del Brasil porque se han encontrado sus restos fósiles en las cavernas. Del mismo modo el elefante extinguido de Georgia (*Elephas primigenius*) se encuentra en estado fósil al Norte, desde el rio Alatamaha, á los 33° 50′ Norte hasta las regiones polares y de nuevo en el hemisferio oriental, desde la Siberia hasta el Mediodia de Europa. No se podria objetar que á pesar de la aptitud de estos cuadrúpedos para soportar semejantes variaciones de clima y de condiciones geográficas, sus colosales dimensiones los exponian á ser exterminados por las primeras tribus de cazadores. Las investigaciones de Lund y de Claussen en las cavernas calizas osíferas del Brasil han demostrado que estos grandes mamíferos se encontraban en ellas asociados á cuadrúpedos tan pequeños como el raton de campo y que sin embargo todos han muerto juntos, mientras que las conchas terrestres contemporáneas suyas en otro tiempo han continuado existiendo en las mismas comarcas. Ahora bien; como estamos perfectamente seguros de que estos pequeños cuadrúpedos no han sido arrojados por el hombre en un país tan mal poblado como el Brasil, podemos admitir que todas las especies grandes y pequeñas han sido destruidas una despues de otra durante un período de tiempo ilimitado, por esos cambios de que todavía es hoy teatro el mundo orgánico é inorgánico y que modifican esencialmente la geografía física, el clima y en fin las condiciones de que depende la larga existencia de todo ser viviente sobre la tierra.

La ley de relacion geográfica, que existe entre los vertebrados vivos de cada gran provincia geológica, y los fósiles del período inmediatamente anterior aun cuando estos sean de especies extinguidas, no se halla limitada á los mamíferos. La Nueva Zelanda cuando fue explorada por primera vez por los europeos, no presentó ningun cuadrúpedo terrestre indígena; solamente abundaba allí una ave desprovista de alas; era el representante vivo mas pequeño de la familia de los avestruces llamado por los naturales *Xisvi (apteryx)*. Del mismo modo se hace notar la falta de kanguros oposum, wombat, etc., en los fósiles del periodo postplioceno y pleistoceno de aquella isla; pero en su lugar se encuentra un número prodigioso de ejemplares bien conservados de aves gigantescas de la familia de los avestruces, como son; el *dinornis* y *palapterya* de Owen, todos sepultados en depósitos superficiales. Estos géneros comprenden varias especies algunas de las cuales median de 1 metro y 20 centímetros á 3 metros y 50 centímetros de altura. Parece dudoso que hayan podido habitar la isla mamíferos al mismo tiempo que esta poblacion de bípedos gigantescos.

A los que nunca han estudiado la anatomía comparada, les parece difícil admitir que una simple parte cualquiera de un esqueleto, baste al osteólogo hábil para determinar en muchos casos el género y algunas veces hasta la especie de cuadrúpedo á que ha pertenecido este fragmento. Aunque pocos geólogos puedan poseer tal grado de habilidad, fruto de un estudio asiduo y de una larga práctica, será sin embargo muy ventajoso y relativamente bastante fácil aprender á reconocer por las formas y los caracteres de los dientes, las principales divisiones de los mamíferos. Las figuras comprendidas desde la 86 á la 99 dibujadas con piezas originales á la vista, ayudaran á clasificar los diferentes géneros encontrados comunmente en estado fósil en los períodos nuevo plioceno y post-plioceno.

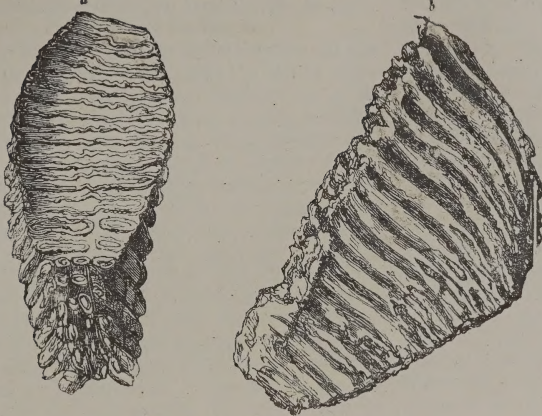
CAPITULO XIV.

FORMACIONES DEL ANTIGUO PLIOCENO Y DEL MIOCENO.

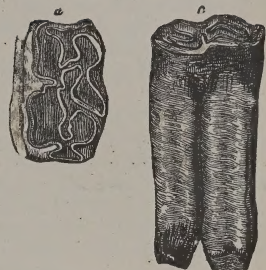
Las capas del Antiguo Plioceno estan principalmente limitadas, en la Gran Bretaña, á la parte oriental del condado de Suffolk, donde se le da el nombre de *Crag*, como á las capas de Norwich que hemos ya descrito. La palabra *crag* designa en las provincias esas masas de arena conchífera que emplean desde tiempos muy antiguos en agricultura, para fertilizar los suelos pobres en carbonato de cal. La posicion del crag rojo, por relacion á la arcilla de Londres, en el Essex, está representada en el corte adjunto. El depósito, segun el profesor Forbes, parece, á juzgar por las conchas que contiene, haber sido formado de ordinario en un mar de la profundidad media de unos 27 á 45 metros; no se puede sin embargo llamarle lito-

Geologia.

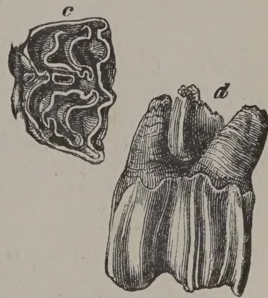
86



91



94



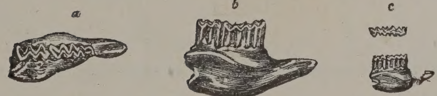
87



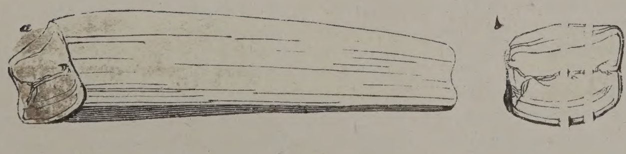
95



98



99



97



86. *Elephas primigenius* (Mamut); molar de la mandíbula superior; *a* corona; *b* cara lateral.—87. *Mastodon angustidens*; segundo molar verdadero del lado izquierdo de la mandíbula superior; corona del tamaño natural.—91. *Equus caballus*, Linn., (caballo comun); segundo molar de la mandíbula inferior; *a* corona; *b* el mismo diente visto de lado.—94. Diente de buey visto de lado, y corona de dicho diente.—95. *a*, Colmillo de oso (*Ursus spelæus*); *b* mo izquierdo de la mandíbula superior.—97. *Hyæna spelæa*; segun molar del lado izquierdo de la mandíbula inferior.—98. Diente una nueva especie de *Arvicola*; *a* corona; *b* lado del diente; *c* maño natural de *a* y de *b*.—99. Megaterio; *a* cuarto molar del la derecho de la mandíbula inferior; *b* corona.



ral, porque su fauna comprende especies que se apartan de 60 á 80 quilómetros de las tierras.

El crag de Suffolk se divide naturalmente en dos masas, la una superior, ó crag rojo, y la otra inferior ó crag carolino. El depósito superior, consiste principalmente en arena cuarzosa con mezcla accidental de conchas rodadas y algunas veces tambien trituradas. En ciertos puntos, contiene fósiles que las aguas han arrastrado de las capas terciarias mas antiguas, especialmente de la arcilla de Londres. El crag inferior, ó coralino, ocupa una extension muy limitada, de 32 quilómetros de largo por 4 ó 6 de ancho, entre los rios Alde y Stour. Generalmente calizo ó margoso, se compone de conchas, de briozoarios, de pequeños corales, y pasa accidentalmente á una piedra blanda propia para las construcciones. En Sudbourn, cerca de Oxford, se abren anchas canteras, de 15 metros de profundidad, y que todavía no han llegado al fondo de la formacion. En algunos puntos de la inmediacion, se encuentran intercalados en la masa mas blanda caliza dura, en placas delgadas y corales que conservan aun su direccion vertical primitiva.

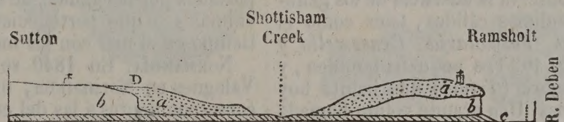
El crag rojo se reconoce en el color ferruginoso oscuro ú ocráceo de sus arenas y fósiles; el crag coralino, se distingue por su color blanco. Las dos formaciones son de mediano espesor; el crag rojo rara vez pasa de 12 metros y el coralino de 6. Sin embargo su importancia no debe ser estimada por el espesor de las capas ó por su extension geográfica, sino por su riqueza extraordinaria en restos orgánicos pertenecientes á un tipo enteramente particular que parece haber caracterizado el estado de la creacion viviente del Norte de Europa durante el período de plioceno antiguo.

A las investigaciones de Seales Wood se debe una numerosa coleccion de peces equinodermos, conchas, briozoarios y corales de los depósitos de Suffolk. Solo en testáceos, ha obtenido doscientas treinta especies del crag rojo; y trescientas cuarenta y cinco del crag coralino; ciento cincuenta son comunes á las dos masas. Wood calcula que la proporcion de las especies recientes en el grupo nuevo, se eleva á unos 70 por 100 y la del crag antiguo ó coralino á 60 próximamente.

Investigaciones recientes han producido grandes descubrimientos sobre la conchiliologia de los mares Arctico, Escandinavo, Británico y Mediterráneo. Varias de las especies que en un principio no habran sido conocidas sino como fósiles del crag y que se suponia haber sido aniquiladas despues de la formacion de este, se han sacado vivas de profundidades no exploradas hasta entonces.

Por otra parte, el descubrimiento de mayor número de individuos, ha demostrado, que especies recientes consideradas como distintas de las especies fósiles del crag mas inmediatas, estaban sujetas á variaciones de tamaño y forma mas importantes de lo que se habia creido; se ha admitido, pues, la identidad y reconocido, que la fauna del crag se acercaba mucho á la fauna reciente de los mares Septentrional, Británico y Mediterráneo. La analogía del grupo entero de los testáceos con el tipo europeo, es muy marcada; ya se considere el gran desarrollo de ciertos géneros en número de especies y en tamaño, ó ya la supresion ó escasez de los otros. Otra buena indicacion nos ofrece la fauna, porque señala un clima muy poco mas cálido que el que reina hoy en las latitudes correspondientes, nos conduce á creer, que los fósiles en cuestion no datan de mayor antigüedad que de la época del antiguo plioceno.

En la figura anterior se ha demostrado la posicion del crag rojo en el Essex, con relacion á la arcilla de Londres subyacente y á la creta; en todos los puntos en que se encuentran las dos divisiones en el mismo distrito, el crag rojo es superior; y en ciertos casos por ejemplo, en la presente figura la masa *b* mas antigua ó coralina, ha sufrido una desnudacion evidente antes del depósito de la formacion mas moderna *a*. En D, se observa un escarpado de crag coralino de 2 ó 3 metros de altura que se dirige de N. E á S. O. y recibe los bordes del crag rojo con sus capas horizontales. Este escarpado forma declive y la roca que le constituye se halla perforada en toda su extension por los *folades*; los agujeros han sido posteriormente llenos de arena y cubiertos cuando las nuevas capas se han depositado en ellos. Como la formacion mas antigua debe, segun la naturaleza de los fósiles, haberse acumulado en un mar mas profundo, no podria dudarse de que un alzamiento del fondo del mar ha precedido á la formacion del escarpado. Semejante desnudacion no podia verificarse en el seno de materias tan incoherentes, sin que un gran número de los fósiles de las capas inferiores se haya mezclado con el crag subyacente; asi el paleontólogo encuentra á veces mucha dificultad para separar las especies pertenecientes á cada grupo.



Corte cerca de Ipswich en Suffolk.
a. Crag rojo.—*b*. Crag coralino.—*c*. Arcilla de Londres.

El crag rojo, formado en un mar profundo, se parece muchas veces por su estructura á un banco de arena en pendiente; sus capas estan inclinadas diagonalmente y sus planos de estratificacion se hallan algunas veces dirigidos en la misma cantera hácia los cuatro puntos cardinales como en Butley. Esto no es una falsa apariencia debida á alguna disposicion subsiguiente de las partículas concrecionadas ó á simples líneas de color, porque cada capa está compuesta de fragmentos planos de conchas dispuestos paralelamente á los planos de las capas mas pequeñas.

Ciertos fósiles muy abundantes en el crag rojo, no

han sido encontrados nunca en la division blanca ó corajina; asi el *Jussus contrarius* (fig. 100) y algunas especies de Murex, Biccinum y Nassa (fig. 101 y 102) parece que faltan en el crag inferior.

Entre los dientes y huesos de peces, se observan los de los grandes tiburones (*Carcharodon*) y una raya gigantesca del género extinguido *Myliobates* asi como otras varias formas de las cuales unas son comunes en los mares de Europa y otras les son extrañas. Es no obstante cuestionable si estos fósiles deben ser referidos á la época del crag rojo, hay algunos que pueden ser originarios de capas mas antiguas especialmente de esas formaciones del eoceno superior que describiremos mas adelante y que muy desarrolladas en Bélgica presentan tambien en Inglaterra un trozo que ha escapado de la desnudacion.

La diferencia que existe entre los fósiles del crag coralino y los del crag rojo, procede de su edad, y al mismo tiempo de las condiciones geográficas del fondo submarino que les servia de habitacion. El desarrollo considerable de los corales y de los equínidos, la prodigiosa variedad de los testáceos y briozoarios, implican una agua mas profunda y mas tranquila, mientras que el crag rojo ha podido depositarse ulteriormente sobre el mismo punto cuando las aguas fuesen mas bajas. Habiéndose enfriado el clima un poco mas, algunos de los zoófitos que vivian en el primer período habian desaparecido de tal manera, que la fauna del crag rojo adquirió un carácter que se aproxima un poco mas al de los mares del Norte. Esta semejanza resulta de la abundancia notable de ciertas secciones de los géneros *Fusus*, *Buccinum*, *Purpura* y Trochus, propios de las latitudes mas altas, y que faltan ó no estan sino escasamente representados en el crag inferior.

Algunos de los corales y briozoarios del crag inferior de Suffolk, pertenecen á géneros desconocidos en la creacion viviente; tal es el que representa la fig. 104: este es uno de los muchos géneros que presentan una forma globulosa. El gran número y la variedad de estos zoófitos indica un clima probablemente uniforme y exento de los grandes frios del invierno. Por otra parte, el calor tampoco habria sido nunca excesivo y tenemos una prueba en el predominio de las formas septentrionales de testáceos, tales como el *Glycimeris*, *Ciprina* y *Astarte*. De este último género (Véase la fig. 105) se cuentan cerca de catorce especies, de las cuales algunas son numerosas en individuos; se observa la ausencia de los géneros particulares á los climas cálidos, tales como el *Conus*, *Oliva*, *Mitra*, *Fasciolaria*, *Crassatella* y otros. La *Cypræa* (fig. 103) es pequeña tambien, y pertenece á una categoría (*Trivia*) que habita hoy dia las regiones mas frias. Una grande voluta llamada *Voluta Lamberti* (fig. 106) podria parecer una excepcion; pero difiere por la forma de las volutas de la zona tórrida, y puede, como la *Voluta Magellanica*, actual haber sido propia de un clima extra-tropical.

La presencia, en Sutton, de una especie de *Língula* (fig. 110) es digna de observacion, porque estas clases de braquiópodos parecen hoy confinadas á latitudes mas ecuatoriales, hay asimismo una especie de *Pyrula*, aun mas característica y que Wood supone idéntica con la *P. reticulata* (fig. 107), que vive hoy en el Océano indio. Un género de equinodermos llamado por el profesor Forbes, *Temnechinus*, es particular del crag rojo y del crag coralino de Suffolk. Las únicas especies vivas de este género, se encuentran en el Océano indio. Admitiendo nosotros actualmente para este período una temperatura media anual mas baja ó mas alta que la de hoy, tenemos ciertamente derecho para inferir que en la misma comarca el clima y las condiciones geográficas se han modificado profundamente desde la época del crag de Suffolk.

A Forbes se debe una de las consecuencias mas interesantes que pueden sacarse de la comparacion de las conchas de estas capas inglesas del antiguo plioceno con la fauna de los mares actuales. Parece que, durante el período glaciario, período intermedio como hemos visto, entre el del crag y el de nuestros dias, muchas conchas establecidas primero en la zona templada se retiraron hácia el Sur para huir de un clima que no les convenia. Forbes ha hecho una lista de cincuenta especies de conchas que han habitado los mares británicos mientras que el crag coralino y el crag rojo estaban en formacion y que si bien viven hoy en dichos mares, faltan en los depósitos pleistocenos ó glaciarios. Despues de su emigracion hácia el Sur, las conchas debieron volver posteriormente hácia el Norte. En apoyo de esta opinion, Forbes hace observar que las cincuenta especies se encuentran todas fósiles en las capas del nuevo plióceno de Sicilia, de la Italia meridional y del Archipiélago griego, donde debieron encontrar durante el período de los hielos flotantes, un clima parecido al que caracteriza hoy las latitudes mas elevadas de Europa.

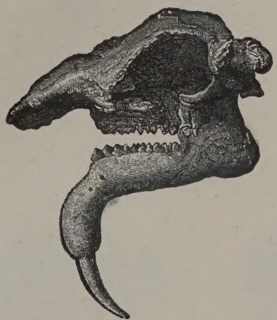
En el crag rojo de Filixstow (Suffolk), el profesor Henslow ha descubierto huesos del oido de una ó varias especies de cetáceos, que segun el profesor Owen son verdaderas ballenas de la familia de los *Balénidos* (fig. 109). Owen cree, que estos cetáceos datan del crag rojo ó que proceden de la destruccion de los lechos del crag coralino.

Amberes. Se conocen desde hace mucho tiempo en las cercanías de Amberes y á orillas del Scheldt mas abajo de dicha ciudad, capas de la misma edad que el crag rojo ó el crag coralino de Suffolk. Mas de doscientas especies de testáceos han sido recogidas allí por Wael, Nyst y otros; y las dos terceras partes de estas especies han sido identificadas por Wood con los fósiles de Suffolk; entre otras ha reconocido la *Síngula Dumortieri* de Nyst (fig. 110) que se ha encontrado en abundancia en el depósito que Wael llama, crag medio. Mas de la mitad de las conchas de este depósito se refieren á especies vivas, la mayor parte de las cuales habitan mares septentrionales aunque se encuentren tambien algunas especies mediterráneas. En la misma formacion se han encontrado muchas osamentas de cetáceos de los géneros *Balænoptera* y *Ziphius*. Como no son rodados, no proceden de lechos mas antiguos ni han sido transportados por las aguas; de donde se deduce, que los animales á que pertenecian han existido al mismo tiempo en el mar con los moluscos asociados.

Normandía. En 1840 se ha observado cerca de Valognes en Normandía, un trozo lleno de conchas correspondientes á las del crag de Suffolk; un depósito que contiene fósiles semejantes, existe en Saint-George-Bohon y en varios puntos á algunas leguas al Sur de Carentan; pero nunca se han encontrado mas lejos hácia el Sur.

Capas sub-apeninas. Los Apeninos estan como es sabido compuestos de rocas secundarias formando una cadena que parte de los Alpes ligurianos y atraviesa la península italiana. Al pié de estas montañas tanto hácia el lado del Adriático como hácia el del Mediterráneo, se encuentra una serie de capas terciarias, la mayor parte de las cuales, constituye en el espacio comprendido entre la cordillera mas antigua y el mar, una línea de colinas poco elevadas. Brochi el primero que ha descrito con detalles este grupo mas moderno, le da el nombre de sub-apenino, y ha clasificado en el mismo sistema á todas las capas terciarias que se extienden desde el Piamonte á la Calabria. Ciertos caracteres mineralógicos, le parecian comunes á toda la serie; las capas consistian generalmente en marga azul cubierta por una arena ó guijo calizo amarillento, algunas especies de con-

111



100



106



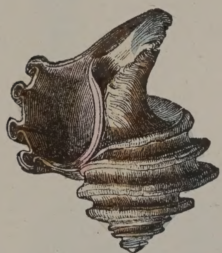
101



108



115



107



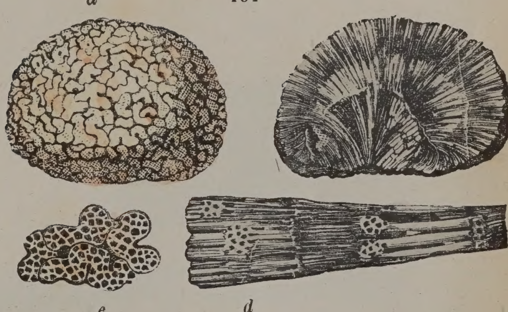
96



113



104



105



117

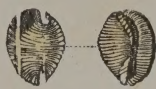


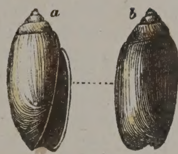
96. *c* colmillo de tigre; *d* superficie exterior del molar posterior de la mandíbula inferior del mismo. —100. *Fusus contrarius.*—101. *Murex alveolatus.*—104. *Fascicula aurantium,* de la familia de las *Tubuliporas*, de Milne Edwards; *a* exterior; *b* corte vertical del interior; *c* parte del exterior aumentada; *d* porcion del interior aumentada.—105. *Astarte Omalii, A. bipartita.*—106. *Voluta Lamberti.*—107. *Pyrula reticulata.* —108. *Temnechinus excavatus.*—111.—*Dinotherium giganteum.*—113 *Amphistegina Hauerina.*—115.—*Fusus quadricostatus,*—117. *Leda Deshayesiana. Nucula Deshayesiana.*

Geologia.

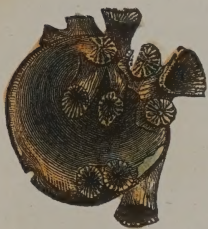
102

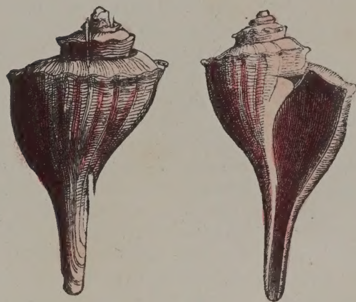

110


103


112


118

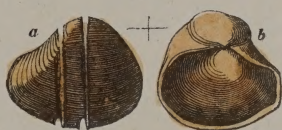

116


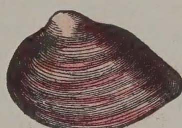
114


12

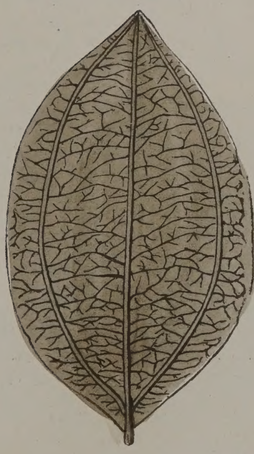

123


109


120


121


125


119


126


102. *Nassa granulata.*—110. *Lingula Dumortieri.*—103. *Cypræa cocinelloides.*—112. *Oliva:* a cara anterior; b cara posterior ó dorsal.—114. *Fulgur caniculatus.*—116. *Astrangia lineata* ó *Anthophyllum lineatum.*—109. Hueso del tímpano de la *Balæna emarginata.*—118. *Paludina.*—119. *Daphnogene cinnamomifolia.*—120. *Corbula pisum.*—121. *Cyrena semistriata.*—122. *Cerithium plicatum.*—123. *Cerithium elegans.*—125. *Paludina lenta.*—126. Capa de caliza de Indusas, en las margas de agua dulce cerca de Clermont.

chas fósiles ponen en relacion estos depósitos en toda la Italia.

Hoy está bastante probado que las capas subapeninas de Brocchi, aunque compuestas principalmente de capas del antiguo plioceno, pertenecen á diferentes miembros de las series terciarias; por ejemplo, las de superga cerca de Turin, al mioceno, las de Asti y Parma asi como la marga azul de Siena al antiguo plioceno, mientras que las conchas de la arena amarilla superior, se acercan mas á la fauna reciente del Mediterráneo y podrian referirse al nuevo plioceno.

La marga parda agrisada ó azul de la formacion sub-apenina es muy aluminosa y contiene habitualmente una gran porcion de materia caliza y de láminas de mica. Cerca de Parma, donde llega á un espesor de 600 metros, está llena de conchas marinas, algunas de las cuales han vivido en el agua profunda, y otras en las aguas bajas; un corto número pertenece á géneros de agua dulce y debe haber sido traido por los rios. Entre estas últimas se ha visto modernamente la *Limnœa palustris* en una marga azul llena de conchas marinas pequeñas. La madera y las hojas que en diferentes puntos forman en el mismo depósito lechos de lignito, pueden haber sido transportados al mar por iguales causas. Las conchas son por lo general blandas cuando se sacan de la marga, pero se endurecen al secarse. El esmalte superficial suele estar muy bien conservado, y algunas presentan aun su lustre nacarado, una parte de su coloracion exterior y aun los ligamentos que unian las dos valvas. Los foraminíferos microscópicos que abundan cerca de Siena, se hallan sobre todo perfectamente conservados. A veces se encuentran mas de un millar en estado de completo desarrollo en el interior de una sola concha univalva de tamaño mediano.

El otro miembro del grupo sub-apenino, la arena amarilla y el conglomerato constituyen en algunos puntos una formacion de ribera cerca de la union de las rocas terciarias y secundarias. En ciertos casos como cerca de la ciudad de Siena, la arena y el guijo calizo reposan inmediatamente sobre la caliza apenina sin intermedio de marga azul. Lechos de conchas fluviátiles alternan con otros exclusivamente llenos de especies marinas. La ciudad de Siena parece situada en el sitio mismo en que durante la formacion de las capas terciarias existiria la embocadura de una corriente de agua procedente de los Apeninos.

En algunos puntos, en San Vignone, por ejemplo, la arena pasa á un gres calizo; para explicar su superposicion general á la marga, aun en las partes de Italia y de Sicilia en que la fecha de su orígen es perfectamente clara, es preciso admitir que representa los deltas de rios y de torrentes que se habrian formado en el lecho del mar en puntos en que la marga azul se habia depositado en un principio. Esta última roca compuesta de lodo mas fino y mas fácil de transportar debió ser arrastrada á mayor distancia y ocupar el fondo sobre el cual se esparcieron mas tarde la arena y las piedras á medida que los rios llevaban mas adelante sus deltas. En algunas grandes extensiones de arena amarilla es imposible descubrir un solo fósil mientras que en otras se encuentran con profusion. Las conchas se hallan á veces silicificadas como en San-Vitale cerca de Parma, donde se han visto dos individuos de especies recientes, uno de agua dulce y otro marino (*Limnœa palustris* y *Cytherœa concentrica*, Lam.) completamente convertidos en pedernal.

Roma. Las siete colinas de Roma estan compuestas en parte de capas marinas terciarias pertenecientes al período del antiguo plioceno, como el Monte Mario, y en parte de toba volcánica sobrepuesta á las capas precedentes y seguida ordinariamente de un depósito fluvial y lacustral. Asi en el monte Aventino, el Vaticano y el Capitolio á la altura de unos 60 metros sobre la llanura aluvial del Tíber, se encuentran lechos de toba caliza que ha incrustado cañas y conchas terrestres modernas. Un colmillo de mamut se ha extraido de esta formacion; pero todas las conchas parecen de especies vivas y deben haber sido sepultadas en la época en que la cumbre del Capitolio formaba un pantano que ocupaba una de las depresiones mas bajas de la comarca entonces existente. No carece de interés el llegar de éste modo á demostrar la fecha reciente de un acontecimiento geológico que ha precedido á una era histórica tan remota como la de la construccion de Roma.

Formaciones aralo-caspianas. Este nombre ha sido aplicado por Murchison y Verneuil á las calizas y á las capas arenosas formadas en el agua salobre que les suelen estar asociadas y que cubren no solo vastas extensiones de país alrededor de los mares Caspio, de Azof y de Aral, sino tambien una porcion de las costas septentrionales y occidentales del mar Negro. Las conchas fósiles son en parte de agua dulce, como las *Paludina*, *Nerita*, etc., y en parte marinas de la familia de las cardiáceas y de las mitiláceas. En su mayor parte son idénticas con las que habitan hoy el mar Caspio, y las especies extinguidas tienen mas analogía de formas con las que se encuentran en nuestros dias en los mares interiores del Asia, que con los tipos del Océano. La caliza se eleva algunas veces á centenares de metros sobre el nivel del mar; se supone que indica la existencia primitiva de una gran tabla interior de agua salobre de tanta y quizá mayor extension que el Mediterráneo.

La porporcion de las especies recientes que se refieren á la fauna del mar Caspio, es bastante considerable para no haber dejado en el ánimo de los geólogos que acabamos de citar, duda alguna sobre la edad de la roca que llaman tambien *caliza de las estepas*; esta roca pertenece al período plioceno.

Faluns de Turena. Las capas primeras que encontramos en el órden descendente, son las llamadas por varios geólogos *terciarias medianas* y para las cuales propuso Lyell el nombre de mioceno. Dicho autor eligió los faluns del valle del Loira en Francia como ejemplo del tipo; ninguna roca contemporánea de estas formaciones se ha encontrado hasta ahora en las islas Británicas, donde el crag inferior de Suffolk es el depósito que mas se acerca en cuanto á la edad. El nombre de *falun* ha sido dado por los agricultores franceses á un depósito conchífero de arena y de marga que se esparce por la superficie del suelo en Turena para fertilizar las tierras absolutamente lo mismo que se ha hecho con el crag en Suffolk. Se encuentran masas aisladas de estos faluns cerca de la embocadura del Loira, en las cercanías de Nantes, y mas lejos en las tierras hasta las cercanías de la comarca Sur de Tours. Tambien se encuentran en Pontlevoy sobre el Cher, á 90 quilómetros próximamente mas arriba de la union de este rio con el Loira, y á 40 quilómetros S. E. de Tours. Igualmente se ven depósitos de la misma edad, pero con otros caracteres mineralógicos, cerca de las ciudades de Dinan y de Rennes, en Bretaña. Lyell asegura haber visitado todas estas localidades y haber reconocido que los lechos de Loira consisten principalmente en marga y en arena en los cuales hay conchas y corales, unos enteros, otros rodados y otros en fragmentos pequeños. En ciertos distritos como en Doue, en el departamento de Maine y Loira, á 15 quilómetros S. O. de Saumur, el depósito constituye una piedra blanda de construccion, formada principalmente de su agregado de conchas rotas, de briozoarios, de corales y equinodermos unidos por su cimento calizo; la masa es enteramente semejante al crag coralino de las cercanías de Aldborough y de Sudbourn (Suffolk). Los

pedazos esparcidos de faluns rara vez pasan del espesor de quince metros. Entre la Soloña y el mar reposan sobre rocas mas antiguas muy variadas; se les ve sucesivamente sobre el gneiss, el esquisto arcilloso, las diferentes formaciones secundarias comprendiendo en ellas la creta, y en último lugar en la caliza de agua dulce superior de las series terciarias parisienses, las cuales, como hemos dicho ya, se extienden sin interrupcion desde la cuenca del Sena á la del Loira.

En algunos puntos, tales como en Louans, al Sur de Tours, las conchas afectan un color ferruginoso bastante análogo al del crag rojo de Suffolk. La mayor parte de las especies son allí marinas, pero algunas pertenecen á géneros terrestres y fluviátiles. Entre las especies terrestres el *Helix turonensis* (fig. 37) es el mas abundante. Acá y allá suelen estar entremezclados restos de cuadrúpedos terrestres que pertenecen á los géneros dinoterio (fig. 111), mastodonte, rinoceronte, hipopótamo, queropótamo, gamo y otros; van acompañados de cetáceos, tales como el manatí, la morsa, la vaca marina, el delfin, todos de especies extinguidas.

Forbes en vista del exámen de los testáceos fósiles, considera este despósito como formado en parte sobre la playa misma al nivel de las aguas bajas y en parte á mayores profundidades, pero que no pasarian de 18 metros. La fauna molusca de los *faluns* es en suma, mucho mas litoral que la del crag rojo y del crag coralino de Suffolk, y supone un mar mucho menos profundo; se distingue tambien porque indica un clima extraño á la Europa. En efecto, se encuentran en ella siete especies de *Cyprœa*, algunas mayores que ninguna de las que existen en el Mediterráneo; varias especies de *Oliva, Ancillaria, Mitra, Terebra, Pyrula, Fasciolaria* y *Conus*. Se cuentan nada menos de ocho especies de conos, de los cuales algunos son muy grandes, mientras que el solo cono europeo es pequeño. El género *Nerita* y algunos otros estan tambien representados por individuos de un tipo hoy dia característico de los mares ecuatoriales y completamente diferente de las formas mediterráneas. Estas pruebas de una temperatura mas elevada parecen designar á los faluns una edad relativamente mas antigua que la del crag de Suffolk; concuerdan perfectamente con la proporcion mas corta de testáceos de especies recientes que contienen estos faluns.

Sobre 290 especies de conchas que el mismo Syell ha recogido en 1840, en Pontelevoy, Louans, Bossee y otras aldeas á 32 quilómetros al Sur de Tours, asi como en Lavigné, cerca de 20 quilómetros N. O., 70 solamente ó sea el 25 por 100, pueden ser identificados con las especies recientes. Entre las 290 especies un gran número son comunes á todos los puntos explorados; las especies particulares á cada localidad no son mas numerosas que lo que se observa ordinariamente en las diferentes bahías de un mismo mar.

En las trescientas dos especies de moluscos testáceos de los faluns que posee Lyell, Wood no ha encontrado mas que cuarenta y cinco que fuesen comunes al crag de Suffolk. Los corales, comprendiendo los briozoarios y zoantarios que ha recogido en Doul y en otras localidades, se elevan á cuarenta y tres segun las determinaciones de Lonsdale, y entre este número siete (entre ellas un zoantario) se refieren específicamente á los del crag de Suffolk. Una sola especie ha podido hasta el presente referirse á un tipo vivo, pero es difícil, aun despues de los trabajos de Dana, Milne Edwards, Haime y Lonsdale, establecer una comparacion satisfactoria entre los zoantarios y los briozoarios recientes y fósiles. Algunos de los géneros que se encuentran en estado fósil en Turena, como las *Astreas*, las *Dendrophyllia* y las *Lunulitas*, no se han hallado en los mares de Europa, al Norte del Mediterráneo; sin embargo los zoantarios de los faluns no parecen indicar un clima tan caliente como el que necesitan las conchas.

Comparando cerca de trescientas especies de conchas de Turena con cuatrocientos cincuenta del crag de Suffolk, se ha encontrado que cuarenta y cinco, ó sea un 15 por 100 solamente, eran comunes á las dos formaciones. La misma proporcion existe para los corales. Lyell probó á esplicar en un principio esta diferencia entre las especies por la coexistencia de dos faunas que habrian pertenecido á provincias zoológicas distintas ó á dos mares abiertos, el uno al Norte y el otro al Sur, y separados por una barrera análoga al istmo de Suez; pero algunas razones parece le hacen abandonar hoy esta opinion. Asi es, que despues de haber seguido en 1841, la fauna del crag hácia el Sur en Normandía, hasta 112 quilómetros del tipo falunano cerca de Dinan, ha encontrado que los dos grupos de fósiles conservaban sus caracteres distintivos y no presentaban ninguna mezcla de especies ó transicion de clima.

Segun la comparacion de doscientas ochenta conchas del Mediterráneo con seiscientas especies de Inglaterra, hecha por un hábil conchiliólogo en 1841, ciento sesenta especies han sido reputadas comunes á las dos colecciones, lo que da la proporcion de 57 por 100, y una semejanza específica cuatro veces mayor que entre los mares del crag, y de los faluns, á pesar de la distancia mas considerable que separa la Inglaterra del Mediterráneo. El principal motivo que induce siempre á referir el crag de Inglaterra al antiguo plióceno y los faluns de Francia á las épocas miócenas, es el predominio en el centro de las capas de Inglaterra, de conchas fósiles identificables con especies que habitan hoy dia los mares vecinos, mientras que las especies extinguidas que las acompañan pertenecen á géneros que caracterizan la Europa. En los faluns por el contrario, las aspecies recientes estan en minoría marcada, y entre ellas muchas habitan hoy el Mediterráneo, la costa de Africa y el Océano indio; en una palabra, son menos septentrionales por sus caracteres, y hay en ellos una tendencia á referirse á un clima mas cálido. Indican un estado de cosas que se aparta mas de las condiciones actuales de la Europa central relativamente al clima y á la geografía física, y que sin duda alguna se remonta mas lejos hácia los tiempos antiguos.

Burdeos. Una grande extension del país, entre los Pirineos y el Gironda, está cubierta de depósitos terciarios de diferentes edades, desde el eoceno al plioceno. Entre estos depósitos se distinguen especialmente en las cercanías de Burdeos, los de Saucats, de Merignac y Bazas, que se componen de arena con conchas marinas y corales del tipo de los faluns de Turena.

Bélgica. Una pequeña colina llamada el Bolderberg, que Lyell ha visitado en 1851, y que está situada cerca de Hasselt, á 60 quilómetros E. N. E. próximamente de Bruselas, presenta capas de arena y de guijo, sobre las cuales Damont ha llamado el primero la atencion como representando en el Norte los faluns de Turena. Estas capas son enteramente distintas del crag de Amberes por sus fósiles y contienen en abundancia conchas de los géneros *Oliva, Conus, Ancillaria, Plurotoma*. La especie mas comun es una oliva (fig. 112) llamada por Nyst *Oliva dufresnii*, Bast., pero que sin duda ninguna es como lo ha hecho observar Bosquet mas pequeña y corta que la de Burdeos.

Norte de Alemania. En el tratado publicado por Beyrich en 1853, vemos que la fauna fósil que nos ocupa y que estaba tan pobremente representada en el Bolderberg, se muestra por el contrario muy rica en especies en otras localidades del Norte de Alemania, por ejemplo, en el Mecklenburgo, el Luneburgo, la isla de Sylt, y en Bersenburck y Osnabruck en

Westfalia, donde ha sido observada la primera vez por Rœmer. Se dice que se encuentra tambien en Bocholt y en otros puntos del mismo reino, se la vuelve á encontrar hácia los confines de la Holanda é igualmente en Crefeld y Dusseldorf.

Cuenca de Viena. En el Sur de Alemania se conoce desde hace mucho tiempo la semejanza de las conchas de la cuenca terciaria de Viena con la de los faluns de Turena. En las láminas de la excelente obra del doctor Hornes, sobre los moluscos fósiles de esta formacion, se observan varias especies del género *Conus*, algunas de las cuales muy grandes son indudablemente idénticas á las de las arenas falumianas de Turena. Alcides de Orbigny ha demostado tambien, que los foraminíferos de la cuenca de Viena, se diferencian de las especies del eoceno y del plioceno, y concuerdan con las de los faluns, tanto por lo menos como se conocen estas últimas. Entre los foraminíferos de Viena, el género *Amphistegina* (fig. 113) es muy característico, y no falta quien supone que debe ocupar el mismo lugar entre los foraminíferos del período mioceno que las numulitas en el período eoceceno. Algunos geólogos creen que la cuenca de Viena comprende capas terciarias de diferentes edades, y que las mas profundas que se han encontrado en los pozos artesianos, son mas antiguas que los faluns.

Piamonte, Suiza. Podemos referir á la misma época miocena ó de los faluns una porcion de las capas de la colina de Superga, cerca de Turin en el Piamonte y tambien una parte de la Molasa suiza ó arena verdosa que llena el Gran Valle helvético entre los Alpes y el Jura. Al pié de los Alpes esta formacion se halla habitualmente representada por un conglomerato llamado en término de provincia *nagelflue* y que llega algunas veces á la prodigiosa altura de 3,000 metros, como en el Rigi cerca de Lucerna, y en el Speer cerca de Wesen; la porcion inferior de la molasa es de orígen de agua dulce.

Escocia, Isla de Mull. En las quebradas que forman el promontorio de Ardtun, en la costa occidental de Mull, en las Hébridas, varias capas de formacion terciaria, que contienen hojas de plantas dicotiledones han sido descubiertas en 1851 por el duque de Argyle. Segun la descripcion que ha hecho de ellas, hay tres lechos de hojas, que varian de 45 á 75 centímetros de espesor y alternan con un trapp y una toba volcánica; el todo tiene próximamente 40 metros de espesor. Una capa de basalto de 12 metros de altura cubre la masa total; en la base de la quebrada se ve otro lecho columnario de la misma roca de tres metros de espesor. Una de las capas de hojas no es mas que una masa comprimida de estas clases de órganos; se diria que las hojas han sido acumuladas por el viento en un pantano donde crecia una especie de *Equisetum* de que se encuentran abundantes restos.

El duque de Argyle supone que esta formacion se ha acumulado en un lago ó pantano poco profundo cerca de un volcan que esparcia lluvias de cenizas y torrentes de lava. La cubierta tobácea de estos fósiles ha podido caer en el lago en forma de polvo volcánico, ó ser arrastrada por las aguas desde las tierras inmediatas.

El depósito es ciertamente mas moderno que la creta, porque se han descubierto en la masa principal de toba ó ceniza volcánica, pedernales que contenian fósiles cretáceos. Las hojas pertenecen á especies y aun algunas veces á familias que no son ya indígenas de las islas Británicas; y su *aspecto de clima*, dice el profesor Forbes, se refiere mas bien á la Europa central que á la flora eocena de Inglaterra. Las hojas se parecen tambien á algunas de las plantas miocenas de Croacia descritas por Unger. Algunas parecen pertenecer á un árbol conífero, quizá un tejo (*Taxus*); otras mas abundantes proceden de un plátano, (*Platanus*) cuya forma y reticulaciones estan bien conservadas. No se ha encontrado con las hojas ninguna concha fósil, y para determinar si estos lechos son del eoceno superior ó del mioceno, se experimenta la misma incertidumbre que cuando se quiere fijar en el continente la edad de las diferentes formaciones de lignitos sin exceptuar las de Croacia. Estos descubrimientos interesantes conducen naturalmente á preguntar si el basalto de Antrim en Irlanda y la célebre calzada de los Gigantes no es de la misma edad, porque en Antrim el basalto reposa sobre la creta y su masa superior cubre por todas partes un lecho de lignito y de carbon, en el cual se ha conservado con sus fibras intactas un leño evidentemente dicotiledon.

La falta general en las islas Británicas, de capas de una edad intermedia entre las formaciones de los períodos eoceno y plioceno, puede atribuirse, dice el profesor Forbes, á la extension que tenia en este país la tierra firme en el gran espacio de tiempo de que se trata. Si hubo realmente predominio de la tierra firme los únicos momentos de edad miocena que se podrian encontrar hoy, serian los de orígen lacustral ó volcánico, tales como los lechos de Ardtum en la isla de Mull, ó los lignitos y los basaltos que les estan asociados en Antrim. En las laderas del Mont-Dore, en Auvernia, se observan en el seno de las antiguas tobas volcánicas, lechos de hojas que siempre se han supuesto de fecha miocena. Algunos de los depósitos de lignito de Alemania estan clasificados en el mioceno, otros, como veremos mas adelante, lo estan en el eoceno superior ó medio.

Formaciones del antiguo plioceno y del mioceno en los Estados-unidos. Entre los montes Alleghany formados de rocas antiguas y el Atlántico, existe en los Estados-Unidos una region baja ocupada principalmente por capas de marga, de arcilla y de arena que se refieren á las formaciones cretácea y terciaria, pero principalmente á esta última. La elevacion de esta llanura no pasa en general de 30 metros aunque en algunos puntos llega á algunos centenares. Su anchura en los Estados del centro y del Sur, es habitualmente de 150 á 200 kilómetros. En la Georgia, la Alabama y la Carolina del Sur, se compone casi enteramente de depósitos eocenos, pero en la Carolina del Norte, el Maryland, la Virginia y el Delaware, se reconoce el predominio de capas mas modernas; un exámen hecho por Lyell en 1842, le ha hecho referirlas al período del crag de Inglaterra y de los faluns de Turena. Si cronológicamente hablando, estas capas pueden ser consideradas como representantes de las dos formaciones europeas, se deben colocar en cuanto á la edad entre la época del antiguo plioceno y la del mioceno.

Entre ciento cuarenta y siete conchas fósiles recogidas por Lyell, la proporcion de las que se refieren á especies recientes, se eleva á un 17 por 100 próximamente; pero como los fósiles identificados representan casi siempre especies que viven hoy en el Atlántico, el número se aumentará ciertamente cuando la fauna viva de este Océano sea mejor conocida. Por lo demás, la proporcion de las especies recientes varía considerablemente en las diferentes localidades.

A orillas del rio James en Virginia, unos 32 quilómetros mas abajo de Richmond, se han observado en un escarpado de 9 metros de altura, arenas amarillas y blancas reposando sobre una marga eocena, precisamente como las arenas amarillas del crag, cubren la arcilla azul de Londres en el Suffolk y en el Essex en Inglaterra. En estas arenas de Virginia, se ha encontrado con profusion una especie de astarte (*A. undulata*, Conrad) que se parece mucho á la *Astarte bipartita*, una de las especies mas comunes en estado fósil en el crag de Suffolk, y de la cual quizá no es mas que una variedad; las conchas que se refieren á los géneros *Natica*, *Fissurella*, *Artemis*, *Lucina*, *Cha*-

ma, *Pectunculus y Pecten*, presentan una doble analogía con las del crag de Inglaterra y las de los Faluns de Francia, aunque las especies sean casi todas distintas. En estos ciento cuarenta y siete fósiles de América, no se han encontrado mas que trece que fuesen comunes á Europa; se encuentran en parte en el crag de Suffolk, y en parte en los faluns de Turena; pero un rasgo característico del grupo de América es, que no solamente contiene algunas formas extinguidas particulares tales como el *Fusus quadricostatus*, Say (fig. 115), y *Venus tridacnoides*, abundantes en las mismas formaciones, sino tambien algunas conchas como el *Fulgur carica* de Say, y *F. canaliculatus* (fig. 114), *Calyptrœa costata*, *Venus mercenaria*, Lam., *Modiola glándula*, Totten., y *Pecten magellanicus*, Lam., que son especies recientes, y ademas formas hoy dia confinadas á la costa occidental del Atlántico. Este hecho indica, que ciertos indicios del principio de la distribucion geográfica actual de los moluscos, datan del período mioceno.

Entre los zoófitos, en número de diez que ha encontrado Lyell en las orillas del rio James, una especie habia sido en un principio admitida por Lonsdale como idéntica á un fósil de los faluns de Turena (fig. 116); pero un nuevo exámen ha hecho ver, que se diferenciaba de él y se referia genéricamente á un coral que vive hoy en la costa de los Estados Unidos. Relativamente al clima, Lonsdale considera estos corales como señalando una temperatura superior á la del Mediterráneo, y las conchas conducirian á conclusiones semejantes. Los fósiles del rio James se hallan hácia el 37.° grados de latitud N., mientras que los faluns de Francia estan en el 47.° Sin embargo, las formas de América indicarian dificilmente un clima tan cálido como el que ha debido reinar en Francia en la época del orígen de las capas miocenas de Turena. Entre los restos de peces que pertenecen á las capas post-eocenas de los Estados Unidos, deben citarse dientes de esqualos diversos que no se diferencian especificamente de los fósiles falunianos de la Turena.

India. Colinas. Sewalik. Los depósitos de agua dulce de las colinas sub-himalayanas ó Sewalik, descritas por el doctor Falconer y el capitan Cautley, pertenecen probablemente á una de las divisiones del mioceno, aunque sea difícil resolver la cuestion hasta que las conchas de agua dulce y terrestres que acompañan á estos depósitos hayan sido determinadas con mas cuidado, y comparadas con los fósiles de los otros depósitos terciarios. Las capas son ciertamente mas modernas que las rocas nummulíticas, y lo mismo que los faluns de Turena, contienen los géneros *Dinotherium y Mastodon* que estan asociados en ellas á siete especies extinguidas de elefantes. La presencia en este depósito de una girafa y un hipopótamo fósiles, géneros que no viven hoy mas que en Africa, y de un camello que habita en llanuras extensas, revela un primer estado geografico muy diferente del que domina hoy en la misma comarca. Una especie de *Anoplotherium* (*A. posterogenitum*), forma un lazo entre esta fauna y la del período eoceno; sin embargo, los mamíferos de las colinas Sewalik, tienen en el conjunto un carácter mas moderno que los del eoceno superior; algunos solo se refieren á géneros extinguidos, mientras que casi todos los géneros eocenos han desaparecido. Ademas, la fauna sub-himalayana presenta un gran desarrollo de rumiantes, órden tan escasamente representado en el período eoceno. Debe añadirse al camello y á la girafa el gran *Sivatherium*, rumiante mas alto que el rinoceronte y provisto de un ancho labio superior ó quizá de una corta trompa y de dos pares de cuernos parecidos á los de los antilopes. El número de especies del género Antilope, es igualmente notable. La misma fauna comprende diferentes carnívoros, muchos de los cuales pertenecen á géneros extinguidos y diferentes especies de monos. Entre los reptiles se distinguen cocodrilos, algunos de los cuales presentan dimensiones mas considerables que los cocodrilos actuales; finalmente, una enorme tortuga (*testudo atlas*), cuyo caparazon mide nada menos que 6 metros de diámetro.

CAPITULO XV.

FORMACION DEL EOCENO SUPERIOR.

Observaciones preliminares. Hemos establecido en el último capítulo, que aun no se conocia en Inglaterra capa alguna marina contemporánea de los faluns de Turena, ó de los depósitos conchíferos del valle del Loira, que se han tomado por tipo del período Mioceno. Sin embargo, se han descubierto recientemente en la isla de Wight, ciertos depósitos fluvio-marinos que varios geólogos del continente llaman *Mioceno Inferior* dando á los *Faluns* el nombre de *Mioceno Superior*. Es necesario entrar en algunas explicaciones respecto á esta diferencia de nomenclatura.

Las capas marinas del Norte de Francia que en el órden cronológico vienen las primeras despues de los faluns ó que les preceden inmediatamente en edad, son las arenas y gres llamados *Gres de Fontainebleau* ó *Arenas Marinas Superiores*. Estas rocas constituyen las capas superiores de la cuenca de París, y estan cubiertas por una caliza de agua dulce. Estas arenas marinas no contienen conchas fósiles comunes á los faluns, ó solo contienen un corto número; las especies vivas son en ellas casi tan raras como en los grupos del eoceno mediano ó eoceno tipo. Esta diferencia en los fósiles, y otros motivos que vamos á exponer, han conducido á Lyell á excluir las *Arenas Superiores* del período mioceno, y ha aprovechado el espacio que existe entre el gres de Fontainebleau y los faluns para trazar una línea de separacion entre el eoceno y el mioceno. En apoyo de esta clasificacion hace notar, que las *arenas marinas superiores* ó gres de Fontainebleau de la serie parisiense con sus conchas características, se extienden hácia el Sur, desde la metrópoli francesa, hasta Etampes, situado á 92 quilómetros de Pontlevoy, cerca de Blois, y á 120 quilómetrós de Savigne cerca de Tours, localidades en que las conchas de los *faluns* son muy abundantes. Una diferencia tan notable entre las especies del valle del Loira y las del valle del Sena, no podia ser el resultado de una distribuciòn geográfica particular que hubiera dominado en una sola y misma época anterior; hay que atribuirla necesariamente á una diferencia en la edad de los depósitos; es una cuestion de tiempo y no de espacio.

Otro motivo ha decidido á dicho autor á clasificar el gres de Fontainebleau y las capas de la misma edad en las series mas antiguas, es el aspecto decididamente eoceno de la fauna testácea, y el hecho de que cierto número de conchas de las *arenas superiores* son de especies comunes á las capas superiores subyacentes.

No obstante, Dufrenoy y Beaumont han adoptado otra clasificacion; su carta geológica de Francia comprende en el grupo mieceno no solo los faluns de Turena, sino tambien la caliza de agua dulce y las arenas y gres marinos (gres de Fontainebleau), es decir, todos los depósitos terciarios que reposan sobre la serie yesosa de Montmartre formacion bien conocida por su riqueza en mamíferos extinguidos y que por primera vez ha sido ilustrada por el genio de Cuvier. Archiac ha seguido el mismo modo de clasificacion, y ha separado lo que él llama terciario *inferior* de su terciario *medio*. Deshayes en su obra sobre las conchas fósiles de los alrededores de París (1834-1837), ha señalado en las capas marinas superiores veinte y

nueve especies que ha distinguido casi todas específicamente de las conchas de la *caliza grosera*, aunque las considerase como características de la misma fauna. La excavacion hecha cerca de Etampes en 1849 para el paso del camino de hierro, ha permitido á Hebert elevar este número á noventa, y este geólogo ha demostrado el primero que un gran número de conchas pertenecen á las mismas especies que las conchas de Kleyn Spawen cerca de Maestricht en Bélgica, de Rupelmonda y otras localidades de las cercanías de Anvers. Estos fósiles de Bélgica han sido descritos por Nyst, Koninck y Borquet, y Dumont ha establecido su posicion encima de las capas terciarias de Bruselas que representan, sin duda alguna, la *Caliza Grosera* de París, ó grupo eoceno tipo. Por el mismo tiempo, Koninck ha hecho ver que los fósiles de Kleyn Spawen ó de Limburgo eran en parte idénticos á los de la cuenca terciaria de Maguncia, cuenca que Lyell ha clasificado entre las formaciones miocenas. Mas modernamente (en 1850) Beyrich ha descrito una formacion contemporánea de la de Kleyn Spawen, y que se encuentra á 10 quilómetros de las puertas de Berlin, cerca de la aldea de Hermsdorf; ha demostrado, que una tercera parte próximamente de las especies, concuerdan con las conchas conocidas de Bélgica de la edad del gres de Fontainebleau, mientras que cerca de una quinta parte pertenece al eoceno medio de Inglaterra y de Francia.

En 1851 dice Lyell haber examinado las formaciones belgas de Rupelmonde y de Boom cerca de Amberes, y la de Limburgo cerca de Maestrich, llegando en union con Bosquet á formar una tabla de mas de doscientas especies de conchas que se refieren á la época en cuestion. Ahora bien, como mas de una tercera parte son idénticas á los testáceos del eoceno de Inglaterra aun sin extender el sentido de esta palabra mas que al eoceno medio ó formacion numulítica, Lyell ha llamado á estas formaciones capas del eoceno superior; en efecto, se parecen á las formaciones antiguas por sus fósiles tanto como se parecen entre sí algunas de las diferentes divisiones de las series eocenas en Francia é Inglaterra; tanto por ejemplo como la arcilla de Barton (Hampshire), concuerda con la arcilla de Londres propiamente dicha, ó la caliza grosera con las arenas del Soisonés en Francia.

Posteriormente en el invierno de 1852, Forbes tuvo ocasion de examinar cerca de Yarmouth en la isla de Wight un depósito muy limitado en superficie, pero de mas de 50 metros de espesor y que reconoció ser de la misma edad que las capas del Limburgo. Encontró este depósito en una posicion que concuerda con las otras capas terciarias ya conocidas en la isla, y descubrió en él en gran abundancia algunos de los fósiles mas característicos de Kleyn Spawen. A este depósito le llamó *serie de Hempstead* y la clasificó en el eóceno superior por razones semejantes á las que tuvo Lyell para hacer lo mismo respecto de las capas del Limburgo en Bélgica. En efecto, para separar estas capas de los eocenos subyacentes, seria preciso trazar entre ellas una línea de demarcacion enteramente arbitraria y que dejaria encima y debajo un gran número de las mismas especies fósiles; ahora bien, entre la serie de Bembridge (equivalente del yeso de Montmartre y formacion eocena bien caracterizada), y las capas de Hempstead, el peso es tan completo que Forbes ha colocado juntos los dos grupos en su division del eoceno superior, fijando en la base de las capas de Bembridge la línea de separacion entre el eoceno superior y el eoceno medio.

En oposicion á este modo de ver, Beyrich y el doctor Sandberge, pretenden que todas las capas contemporaneas de las del Limburgo deben ser reunidas bajo el nombre de mioceno inferior. Segun Beyrich, si las capas de Bolderberg en Bélgica y los depósitos de la misma fecha del Norte de Alemania son de la edad de los *faluns*, estas mismas capas contienen tal proporcion de fósiles comunes á la formacion del Limburgo, que esta formacion puede considerarse como miocena, y á menos de absorber en la division eocena todas las formaciones terciarias subyacentes, se debe empezar partiendo de la base del simburgo una nueva serie, á la cual se dará el nombre de mioceno inferior. El doctor Sandberger divide las capas de la cuenca de Maguncia en dos secciones, una mas antigua y otra mas moderna. Segun él, la primera es el equivalente de las capas del limburgo (ó de Hempstead), mientras que la otra presenta algunos restos fósiles que parecen tener un carácter mas moderno. Pero cuando se separan de esta division mas elevada las arenas de Eppelsheim que contienen huesos de *dinotherium* y de *mastodon longirostris*, probablemente de edad faluniana, el resto de la serie puede ser tan antiguo como las capas del limburgo. El doctor Sandberger, sin embargo, da una lista de doce conchas ademas de algunos dientes de peces y otros fósiles que son comunes á la cuenca de Maguncia y á las arenas de Esse-Cassel. Hoy dia estos últimos estan clasificados como sub-apeninos ó pliocenos por el doctor Phillipps y aunque carezcamos de caracteres suficientes para determinar exactamente su edad, parecen bien claramente pertenecer á una fauna mas moderna que la de la cuenca de Maguncia. Si se pudiera descubrir una relacion tal entre las dos formaciones que existiera un paso de la fauna de Esse Cassel á la de las capas de Maguncia, este seria un poderoso argumento en favor de la manera de ver del autor.

El lector ha comprendido ya que una de las causas de las dificultades que experimentan al clasificar las formaciones terciarias, es el resultado de las interrupciones que se manifiestan en muchos puntos en el encadenamiento de los testimonios geológicos. Lyell en sus *Principios de geologia*, ha sostenido durante mas de veinte años la doctrina de la llegada continua de nuevas especies con destruccion correspondiente de las especies mas antiguas, de un cambio gradual en la geografía física y el clima de la tierra, y de repeticiones mas raras, de revoluciones repentinas en los mundos orgánicos é inorgánicos; esta doctrina habia sido admitida anteriormente por los geólogos ingleses y muchos sabios de los mas distinguidos del continente la admiten todavía hoy. Cuando propuso en 1833 la palabra *mioceno* para los faluns de Turena, cuyas conchas fósiles, segun Deshayes, contienen poco mas ó menos un 17 por 100 de especies recientes, anunció que de tiempo en tiempo se descubrian nuevos grupos de capas que seria preciso intercalar entre las ya descritas; que los fósiles de estas capas nuevamente descubiertas se separarian de los tipos normales elegidos en un principio, y se acercarian mas y mas á los tipos de las épocas anteriores ó posteriores. Segun esto, fue evidente desde el principio, que los mas antiguos representantes del mioceno, en cualesquier lugares que se les descubriera, serian difícilmente distinguidos de los miembros mas jóvenes de la serie eocena; especialmente en cuanto á la proporcion entre las conchas fósiles vivas y las especies extinguidas. En realidad, la importancia de este último carácter, debe disminuir rápidamente á medida que nos alejamos del plioceno para acercarnos al mioceno, y sobre todo á las formaciones eocenas, aun cuando nunca carezca de valor y ofrezca á veces el único punto de comparacion entre las capas de paises muy distantes.

No puede negarse que nuevos descubrimientos podran mostrar un dia gradaciones del mioceno al eoceno; ni tampoco el que será probablemente necesario comprender entonces en la serie miocena algunos grupos fosilíferos que pueden diferir por sus caracteres del tipo establecido; es decir, de

los faluns de Turena. Pero, hasta el presente, no se ha encontrado prueba suficiente de tal paso, y los límites de la serie eocena se han extendido sin llenar todavía el hueco que separara esta serie de los faluns de Turena. Añadiremos que no se trata simplemente de una cuestion de nomenclatura; la dificultad queda la misma, ya se empleen las palabras terciario inferior y terciario medio, ó eoceno y mioceno, porque al uno ó al otro de estos períodos se deben referir las capas del Limburgo y de Hempstead, y las arenas del bosque de Fontainebleau. ¿Podemos sin hollar los principios de la paleontologia, referir todos estos grupos al mismo período que los faluns de la Turena? En la afirmativa seria indiferente llamarlos terciarios medios, miocenos ó *falunianos*, ó darles cualquiera otro nombre general. La cuestion es de saber, si en el estado actual de nuestros conocimientos, el conjunto de los fósiles característicos de estos grupos, se parece mas al eoceno que al faluniano. Atengámonos, pues, por el presente, á la nomenclatura anteriormente establecida para las capas descritas en este capítulo; se les llama eocenos superiores, no á causa del corto número de especies vivas que han presentado, aun cuando este sea ciertamente un lazo entre ellas y las capas eocenas *numulíticas*, sino á causa del aspecto de la fauna, que parece mas bien eocena que faluniana. Si se quieren otras pruebas de esta afinidad, remitiremos al lector á las numerosas y excelentes figuras que Beyrich ha dado de especies del género *Voluta* de las capas del Limburgo y de la Alemania del Norte, formas enteramente características de la arcilla de Barton en el Ampshire, que es un individuo regular del grupo eoceno medio. Los faluns no presentan formas semejantes. Asi, mientras que la separacion entre las capas del Limburgo y los faluns, no haya desaparecido completamente, parece conveniente comprender en el eoceno el Limburgo y todas las formaciones de la misma edad.

Lyell ha trazado tambien una separacion entre el eoceno medio y el eoceno superior; excluyendo de esta division las capas de Bembridge ó serie yesosa de Montmartre. Ha adoptado este método con objeto de hacer coincidir exactamente el eoceno superior con las capas que un gran número de geólogos distinguidos han clasificado en el mioceno inferior. Sin embargo, se ha limitado á establecer, que la línea de demarcacion entre la serie de Bembridge y la de Hempstead, es puramente convencional y está menos marcada que la que separa la serie de Bembridge del grupo subyacente de Santa Elena. Esta distincion ha sido mantenida por dicho autor para conformarse á un sistema de clasificacion adoptado por un gran número de geólogos distinguidos, y establecido antes que la continuidad no interrumpida de la serie eocena desde sus porciones numulíticas ó centrales hasta las capas superiores ó del Limburgo, hubiera sido claramente demostrada.

Capas del Limburgo en Bélgica. (*Sistemas Rupeliano y Tongriano de Dumont.* Las capas de Kleyn Spawen, ofrecen el mejor tipo que se posee del eoceno superior, tal como le acabamos de definir. En las cercanías de la aldea de este nombre, situada á unos 11 kilómetros O.-E. de Maestricht, y en la antigua provincia del Limburgo en Bélgica, es donde mejor se pueden estudiar; de ellas se han obtenido unas doscientas especies de testáceos marinos ó de agua dulce, con un gran número de foraminíferos y de restos de peces.

La tabla siguiente muestra la posicion de las capas del Limburgo.

MIOCENO.

A. Capas del Boldelberg observadas cerca de Hasselt.

EOCENO SUPERIOR.

B. 1. Limo de Núculas de Kleyn Spawen, de la misma edad que la arcilla de Rupelmonde y de Boom.	Capas del Limburgo, superiores. — Rupeliano de Dumont.
B. 2. Capas fluvio-marinas de Berg, Lethen y otras localidades, cerca de Kleyn Spawen.	Capas del Limburgo, medianas. — Tongriano superior de Dumont.
B. 3. Gres verde de Berg, Neerepen, etc., cerca de Kleyn Spawen; marino.	Capas del Limburgo, inferiores. — Tongriano inferior de Dumont.

EOCENO MEDIANO.

C. Capas de Lacken y de Bruselas con nunmulitas, etc.; Lobaina y Bruselas.

La subdivision superior (B. 1.) de la serie del Limburgo, contiene en Kleyn Spawen algunos fósiles idénticos á la arcilla de Rupelmonde y de Boon, localidades situadas á 16 kilómetros al Sur de Amberes, y á 96 kilómetros al N.-O. de Kleyn Spawen. La arcilla de sejas, explotada en estas aldeas en las orillas del Scheldt, ha presentado unas cuarenta especies de conchas. En Rupelmonde esta arcilla llega al espesor de 30 metros, y semeja bastante por sus caracteres mineralógicos á la *arcilla de Londres*; contiene como ella *septaria*, ó concreciones de caliza arcillosa, atravesadas por hendiduras interiores. Las conchas han sido descritas por Nyst y Koninck. La *Leda* ó (*Nucula*) *deshayesiana* (fig. 117), es con mucho la mas abundante; este fósil es desconocido hasta el presente en las capas terciarias de Inglaterra; pero cuando sus individuos son jóvenes, se semejan mucho á la *Leda amigdaloides* de la arcilla de Londres propiamente dicha. Entre otras conchas características, figuran el *Pecten Hœninghausii*, una especie de *Cassidaria*, y varias especies del género *Pleurotoma*. Cierto número de estos testáceos se refieren á las especies del eoceno de Inglaterra; tales son, el *Actæon simulatus*, Sow, *Cancellaria evulsa*, Brander., *Corbula pisum*, y el *nantilus ziczac*. Estos fósiles van acompañados de dientes de diferentes escualos, tales como el *Lamna contortidens*, Ag., *Oxyrhina xiphodon*, Ag., *Carcharodon heterodon*, Ag., y otros; algunos de los cuales son comunes á las capas del eoceno mediano. El mismo depósito (B. 1.) se ve muy imperfectamente en Kleyn Spawen, donde las divisiones inferiores B. 2. y B. 3. estan mucho mejor desarrolladas. La division B. 2. se compone de muchas alternativas de arena y de marga, en las cuales se encuentra una mezcla mas ó menos considerable de conchas fluviátiles y marinas, lo cual revela la existencia accidental de una embocadura de rio cerca de la localidad, y quizá oscilaciones en el nivel del fondo del mar. En materia de testáceos se observan en ella los *Cyrena semistriata*, *Cerithium plicatum*, Lam., *rissoa chastelii* Bosg., y *corbula pisum*, cuatro conchas que son comunes á las capas de Hempstead en la isla de Wight; tambien se encuentra en ella la *Lucina Thierensii* y otras formas marinas de los géneros *Vénus*, *Limopsis*, *Trochus*, etc.

En B. 3. ó Limburgo inferior, se han recogido mas de cien conchas marinas y particularmente el *ostrea ventilabrum*. Las especies comunes á la arena de

Bruselas subyacente, es decir, al eoceno mediano, son numerosas; forman una tercera parte de la totalidad, pero muchas de ellas estan escasamente representadas en comparacion de las conchas verdaderamente características, tales como *ostrea ventilabrum*, *mytilus nyssii*, *voluta suturalis*, etc.

En ninguna de las capas del eoceno superior de Bélgica se han podido encontrar nummulitas. Archiac habia ya observado que estos foraminíferos caracterizan la *serie terciaria inferior* por contraste con la serie mediana, y deberian, por consiguiente, servir de carácter distintivo entre el eoceno y el mioceno si la línea de demarcacion estuviera trazada conforme á un método ó bien entre el eoceno superior y el eoceno mediano, si se siguiera el plan adoptado en esta obra. El mismo naturalista nos manifiesta que en el terciario mediano no ha encontrado hasta el presente mas que una sola nummulita, la *nummulites intermedia*, especie eocena. Se ha encontrado en la colina de Superga, cerca de Turin, en el seno de capas ordinariamente clasificadas como miocenas, pero que son probablemente mas antiguas que el tipo falumiano.

Hermsdorf cerca de Berlin. Beyrich ha descrito una arcilla que se usa para la fabricacion de tejas cerca de la aldea de Hermsdorf, á 10 kilómetros de las puertas de Berlin. Esta arcilla, que se encuentra bajo las arenas de que la comarca está cubierta en gran parte, tiene mas de 12 metros de espesor; su color es un gris azulado oscuro, y como la de Rupelmonde contiene algunas *septarias*. Entre sus conchas abundan la *Leda Deshayesiana* (fig. 117), y varias especies de *Pleurotoma, Voluta*, etc.; cierta proporcion de las especies fósiles es idéntica con las del Limburgo y de Maguncia. Beyrich cita otras varias localidades en el Norte de Alemania, particularmente en Magdeburgo y ciertos puntos sobre el Elba Inferior, donde se ven capas de la misma edad.

Cuenca de Maguncia. Hemos hablado ya de la obra publicada por el doctor Sandberger, sobre las formaciones terciarias de Maguncia, las cuales con una extension que varía de 8 á 20 kilómetros, ocupan toda la orilla izquierda del Rhin, desde Maguncia hasta las cercanías de Manhein, y se encuentra todavía al Este, al Norte y al Sudoeste de Francfort. Koninck, de Lieja, ha demostrado que la parte puramente marina de este depósito (grupo inferior del doctor Sandberger), contenia varias especies de conchas, comunes á las capas del Limburgo, cerca de Kleyn Spawen, y á la arcilla de Rupelmonde cerca de Amberes. Entre otras ha mencionado la *Cassidaria depressa, Tritonium argutum*, Brander., (*T. flandricum, de Koninck*), *Cornatella simulata*, *Rostellaria Sowerbyi*, *Leda Deshayesiana*, *Corbula pisum* y *Pectunculus terebratularis*.

En algunos puntos estas capas marinas estan cubiertas de marga de agua salobre que contienen cyrenas en gran número (la *Cyrena semistriata*) el *Cerithium plicatum*, la *Corbulomya triangula*, el *Mytilus Faujasii* y otras conchas del Limburgo y de Hempstead. La *Perna Soldani*, conchas del eoceno superior, ó lechos de Merignac de la cuenca de Bundcos y que se encuentra tambien en la cuenca de Viena, es característica á un mismo tiempo de las series marina y de agua salobre. En los mismos depósitos se encuentran dos especies de Antracoterio, el *A. magnum*, Cuv.; y el *A. alsaticum*.

La porcion superior de esta serie presenta en su base una caliza que contiene en abundancia conchas terrestres, y ceritos entre los cuales puede citarse el *Cerithium plicatum*, asi como una bivalva de Limburgo, la *Venus incrassata*, Sow.; comun al eoceno mediano ó de Headon en Inglaterra; en esta caliza se encuentran tambien la *Nerita cóncava* del eoceno mediano y el *Rhinoceros incisivus*, la especie mas antigua del género, llamada por Kaup. *Acerotherium*. Mas arriba se encuentra una caliza muy rica en *Littorinella*, *Paludina inflata* y otras especies de los mismos géneros. Una de estas especies la *Littorinella ulva* se halla esparcida en toda la extension de la cuenca. Estas conchas apenas pasan del tamaño de granos de arroz y muchas veces existen en tal cantidad que constituyen lechos enteros de marga y de caliza en masas estratificadas de 4 á 8 metros de espesor; hoy se ven formarse en el fondo del mar Báltico acumulaciones semejantes de *Littorinella ulva* que llegan á tener algunos metros de espesor en extensas superficies. En el seno de los mismos lechos abundan algunas especies de *Dreissena*, forma comun á las capas de Headon y á los mares actuales. En suma, no está probado, que esta fauna vaya verdaderamente del tipo del Limburgo al de los faluns como piensa Sandberger. Entre los mamíferos se señalan los siguientes: *Hippotherium gracile*, *Acerotheriun* (ó *Rhinoceros*) *incisivum*, *Paleomeryx*, *Chalicomys*, etc. En fin, el todo está cubierto por la arena de Epdelsheim, que contiene el *Dinotherium giganteum* y algunos otros cuadrúpedos evidentemente miocenos. Se dice tambien que se encuentran algunos mamíferos propios de la serie del eoceno superior; pero no existe en Eppelsheim corte bastante bien hecho para mostrar la verdadera sucesion de los lechos de donde se han extraido las osamentas, y falta saber aun si ciertos restos de una serie mas antigua no habrian sido confundidos con los de una serie mas moderna.

Lignitos de Alemania. En un trabajo reciente sobre los depósitos de lignitos de Alemania, el baron de Buch á expresado formalmente la opinion de que todos estos depósitos pertenecian á una sola época, de fecha posterior al grande período nummulítico, anterior á la de las formaciones pliocenas y ha dado al todo el nombre de mioceno. Por desgracia, se encuentran rara vez en estas formaciones otras indicaciones cronológicas que las suministradas por las plantas, y estas, siempre reducidas á simples hojas desprovistas de flores y frutos, no constituyen mas que una fraccion de la antigua flora. Es pues muy frecuentemente imposible hacer otra cosa que conjeturas sobre el lugar preciso que conviene asignar, en la serie cronológica, á cada lecho de lignitos ó á cada capa de hojas. Sin embargo el depósito es bastante conocido para que se pueda decidir que ciertos trozos pertenecen al eoceno superior, otros al mioceno, y algunos otros quizá al plioceno. Parecerian haber sido formados en una época en que la superficie de la Europa habia ya adquirido algunos rasgos de su carácter continental actual, y donde por consiguiente, pocos lechos marinos ó fluvio-marinos se depositaban.

El lignito de Brandenburgo, en las orillas del Báltico, está cubierto por la arcilla de tejas de Hermsdorf; pertenece, pues, á un período al menos tan antiguo como el eoceno superior. En el de Radoboj, en los confines de la Estiria, reposan, dice de Buch, lechos que contienen las conchas marinas de la cuenca de Viena, ahora bien, como estas conchas pertenecen principalmente al tipo de los falmis ó mioceno, este lignito puede ser mioceno ó eoceno superior; esto es lo que decidiran los caracteres botánicos de las plantas fósiles. En este depósito, como en la mayor parte de las formaciones del mismo nombre, abundan varias especies de palmera de abanico ó *Flabellaria*. Este género se encuentra tambien en el eoceno mediano ó capas de Bembridge, asi como en la serie yesosa de Montmartre; pero está aun mas extensamente representado en las series del eoceno superior donde vá acompañado de palmas del género *Phœnicites*. Se encuentran tambien en Radoboj conos, hojas, fragmentos leñosos de coníferas, y finalmente hojas de *Comptonia*, de *Myrica*, de *Platanus* y de varias plantas de la tribu de los laureles, particularmente de *Daphnogene cinnamomifolia* (fig. 118).

En la comarca del Rhin inferior, en la cuenca de Maguncia, ó en la de las Siete colinas (Siebengebirge), y en el de las cercanías de Boon y de Colonia, se observan lignitos de diferentes edades. Buch asegura, que el único fósil producido por el lignito situado cerca de Colonia, es un fruto parecido á una nuez de coco, *Nipadites* ó *Burtonia Faujasii*. Este fósil abunda hoy en el eoceno inferior ó arcilla de Sheppy cerca de Londres, y en el eoceno mediano en Bruselas; tambien se le ha reconocido á un nivel mas elevado, en la misma serie nummulítica en Cassel y en la Flandes francesa. Este solo hecho debia bastar para referir el lignito de Colonia al período eoceno.

Algunos de los lignilos del Siebengebirge cerca de Boon asociados á rocas volcánicas y los de Hesse-Cassel que acompañan á erupciones basálticas, son ciertamente de una edad mucho mas moderna.

Capas del Eoceno Superior de Inglateraa. *Capas de Hempstead (isla de Wight)*. Hasta estos últimos tiempos, los geólogos ingleses habian considerado las capas terciarias mas recientes de Wight, como contemporáneas de la serie yesosa de Montmartre; se apoyaban en el hecho de que las mismas especies de *Palœotherium*, *Anoplotherium* y de otros mamíferos extinguidos característicos de la serie parisiense se encontraban igualmente en Binstead cerca de Ryde en el distrito septentrional de la isla y formando parte de la serie fluvio-marina. Forbes ha descubierto en esta localidad, en el otoño de 1852, tres formaciones cuya verdadera posicion ha podido establecerse y que son mas modernas que los capas de Headon-Hill, en Alum Bay, primitivamente consideradas como ocupando la parte superior de la serie terciaria de la isla de Wight.

Estas tres formaciones se suceden en el órden siguiente:

1.° Ciertos esquistos y gres llamados capas de Santa Elena reposando inmediatamente sobre la serie de Headon.

2.° Capas de Bembridge equivalentes al yeso de Montmartre.

3.° Encina de todo el eoceno superior ó serie de Hempstead. Este depósito que tiene 50 metros de espesor toma su nombre de la colina de Hempstead cerca de Yarmouth en la isla de Wight. Véase el órden de sucesion de las capas que en él se han descubierto, y cuyos detalles son importantes por las razones expuestas en las observaciones preliminares de este capítulo.

SUBDIVISIONES DE LA SERIE DE HEMPSTEAD.

1. Los lechos superiores ó de *Córbulas*, compuestos de arenas marinas y de arcillas que contienen la *Corbula pisum* (fig. 120), especie comun á la arcilla del eoceno mediano de Barton, la *Cyrena semistriata* (fig. 121) otro fósil del eoceno mediano, varios ceritos, y diferentes conchas particulares á la serie.

2. Inmediatamente debajo vienen margas de agua dulce y de estuario, así como arcillas carbonosas que presentan abundantemente en su parte formada por el agua salobre, el *Cerithium plicatum*, Lam.; (fig. 122), el *C. elegans* (fig. 123), el *C. tricinctum* y tambien la *Rissoa Chastelii* (fig, 124) concha muy comun del Limburgo y que se encuentra en cada una de las cuatro subdivisiones de la serie de Hempstead hácia la base donde pasa á las capas de Bembridge. En la porcion de agua dulce de los mismos lechos se encuentra la *Paludina lenta* (fig. 125) concha que algunos conquiliólogos han identificado con una especie viva todavía *P. unicolor*, y diferentes especies de *limnœa*, *planorbis*, y *unio*.

3. Margas de agua dulce y de estuario medianas caracterizadas por la presencia de las *Meliana fasciata*, *Paludina lenta*, y por arcillas que contienen *cypris*; el lecho inferior produce la *Cyrena semistriata*, con Ceritos y *Panopeas*.

4. Margas inferiores de agua dulce y de estuario que contienen la *Melania costata*, Sow., la *Melanopsis*, etc. El lecho que ocupa la base es carbonoso; se le ha dado el nombre de *banda negra*; la rissoa chastelii es comun en él. Este lecho presenta una mezcla de las conchas de Hempstead con las del eoceno mediano subyacente ó serie de Bembridge. Los esporangios de *Chara medicaginula*, Brong., y *C. electeras* caracterizan generalmente los lechos de Hempstead. Los mamíferos, entre los cuales se cita una especie de *Hyotherium* se diferencian tanto por lo menos como se les conoce de los de los lechos de Bembridge.

Hemos establecido anteriormente que no existe vacío entre las capas de Hempstead y las que les son inferiores. Las calizas de agua dulce, de agua salobre y marinas, así como las margas del grupo de Bembridge que viene debajo, se hallan en estratificacion concordante y producen la *Cyrena semistriata*, la *Melenia muricata*, la *Paludina lenta* y otras varias conchas que pertenecen á las capas de Hempstead. El profesor Forbes las clasifica todas en la misma division del eoceno superior.

Capas del Eoceno Superior de Francia. (*Mioceno inferior de algunos autores franceses*). El gres de Fontainebleau se halla asociado en los alrededores de París á un grupo de capas que varian mucho por su composicion y contienen en su parte inferior una arcilla verde con muchas ostras pequeñas (*Ostrea cyathula*, Lam). Las arenas y gres marinos superpuestos á esta arcilla, contienen la *Cytherea incrassata* y varios otros fósiles del Limburgo cuyos mejores ejemplares han sido recogidos en una arena movediza en Etampes al Sur de París, Algunas veces se ha designado el gres de Fontainebleau con el nombre de arenas marinas superiores para distinguirle de las arenas medianas ó gres de Beauchamp, que pertenecen al eoceno mediano.

Caliza lacustral superior. Encima del gres de Fontainebleau se ve la caliza y la marga de agua dulce superiores; esta formacion por sus margas y sus lechos silíceos, parece haber sido producida en pantanos ó lagos poco profundos, como los depósitos modernos que se encuentran frecuentemente en los grandes deltas. Lechos de pedernal continuos ó compuestos de nódulos se han acumulado en estos lagos y restos de *chara* acompañan en la marga y el silex á conchas de agua dulce y terrestres. Algunas de las rocas silíceas de esta formacion se usan para piedras de molino. Las esplanadas de las colinas que rodean á París, una porcion considerable del suelo del bosque de Fontainebleau, y el llano de Beauce entre el Sena y el Loira, se componen principalmente de estas capas de agua dulce. Cuando llegan al valle del Loira, se sepultan á veces y forman el límite de los faluns marinos miocenos; se encuentran en ellas fragmentos de la caliza de agua dulce mas antigua arrastrados en otro tiempo á las playas y al lecho del mar mioceno. En Pontlevoy ciertos peñascos de caliza eocena presentan conchas marinas perforadoras del período mioceno que existen aun en los agujeros que abrieron.

Centro de la Francia. En Auvernia, en el Cantal y en el Velay se observan de nuevo capas lacustrales pertenecientes en su mayor parte á la serie de eoceno superior; estas son como los monumentos de antiguos lagos, análogos á los de la Suiza actual y que alimentándose de uno ó varios rios torrentes hubieran llenado las depresiones de una comarca montañosa. La region donde se encuentran estas capas está casi enteramente formada de granito y de diferentes variedades de esquisto granítico con algunos trozos esparcidos de capas secundarias muy dislocadas y que probablemente han sufrido grandes desnudaciones. En ellas se ven tambien grandes amontonamientos de materias volcánicas, mas recientes en su mayor parte que las

Geologia.



124. *Rissoa Chatellii.*—127. Larva de Frigana reciente.—128. *a* caliza de Indusas; *b* paludina fósil.—129. *Melania turritisima.*—130 Porcion del caparazon de un *Trionyx.*—131. *Bulimus ellipticus.*—132. *Helix occlusa.*—133. *Paludina orbicularis.*—134. *b, a, Planorbis discus.*—135. *Limnœa longiscata.*—138. *Palæotherium magnum*, Cuvier.—142. *Limnœa caudata.*—143. *Cerithium concavum.*

capas de agua dulce sobre que reposan algunas veces, pero en varios puntos indudablemente contemporáneos de estas mismas capas.

El estudio de los depósitos del centro de Francia presenta un interés muy distinto del que pueden ofrecer los terrenos terciarios de París ó de Inglaterra. Se encuentran en Auvernia pruebas evidentes de acontecimientos de unas proporciones y magnificencia extraordinarias, que han modificado profundamente la forma y aspecto primitivos de la comarca, aunque sin borrarlos tan completamente que la imaginacion no pueda restablecerlos á lo menos en parte.

A consecuencia de la emision repetida de lavas precedidas y seguidas de erupciones de cenizas y de escorias, grandes lagos han desaparecido; montañas elevadas se han formado; profundos valles se han abierto al través de las masas de orígen lacustral ó volcánico, y en una época mas próxima á nosotros se han elevado nuevos conos en estos valles; despues habiendo sido cortados algunos rios han nacido nuevos lagos y se han sucedido varias creaciones de cuadrúpedos, de aves y de plantas correspondientes al eoceno, al mioceno y al plioceno. Y sin embargo, la region ha conservado tal fisonomía geográfica que la imaginacion puede todavía representarse las condiciones exteriores y la estructura física que presentaba antes que se hubieran realizado tan poderosos sucesos. Debió haber en ella un primer período durante el cual se extendian lagos espaciosos al pié de las montañas de mediana elevacion que no presentaban aun ni los picos agudos ó los precipicios de Mont-Dore, ni los contornos pintorescos de Puy-de-Dome, ni los conos y cráteres que cubren hoy toda la llanura granítica. Durante este primer período de reposo, se formaron lentamente algunos deltas; se depositaron capas de marga y de arena de algunos centenares de metros de espesor; de las rocas silíceas y calcáreas se precipitaron aguas de fuentes minerales; conchas é insectos fueron sepultados con diferentes restos de cocodrilos y tortugas, huevos y huesos de aves acuáticas, asi como esqueletos de cuadrúpedos, algunos de los cuales del mismo género que los del yeso eoceno de Paris, permanecieron sepultados en el seno de las capas. A estas condiciones tranquilas sucedieron erupciones volcánicas; los lagos quedaron en seco, y la fertilidad del distrito montañoso aumentó probablemente por la materia ígnea que vino de abajo á esparcirse sobre el granito esteril. Durante estas erupciones que parecen mas posteriores á la desaparicion de la fauna eocena superior y otras contemporáneas del período mioceno, el mastodonte, el rinoceronte, el elefante, el tapir, el hipopótamo, el buey y diferentes clases de gamo, el oso, la hiena y varios animales carniceros habitaban los bosques ó pacian sobre la llanura, y se hallaban á veces expuestos á la caida de piedras ardientes ó á esas inundaciones de lodo que se ven hoy acompañar á ciertas erupciones volcánicas. En fin, estos cuadrúpedos desaparecieron y cedieron el puesto á los mamíferos del período plioceno que á su vez fueron reemplazados por las especies actuales. Durante esta serie de acontecimientos nada indica la intervencion del mar ni otras desnudaciones que las producidas por la accion de las corrientes lacustrales ó de las inundaciones que acompañaban á los repetidos temblores de tierra, cuando el nivel del suelo se modificaba en diferentes puntos y quizá toda la comarca entera se levantaba sobre las regiones inmediatas.

Auvernia. El grupo de agua dulce mas septentrional está situado en el valle llanura del Allier que comprende el Puy-de-Dome. Este valle está limitado por dos cordilleras paralelas, la del Forez que divide las aguas del Loira y del Allier por la parte del Este, y la de los montes Domes que separa el Allier del Sioule por la parte del Oeste. Este distrito comprende una extension de 32 quilómetros próximamente; se compone en gran parte de capas casi horizontales de arena, de gres, de marga caliza, de arcilla y de caliza; ninguna de estas capas manifiesta un órden de superposicion fijo é invariable. Las masas de granito y de otras rocas que se elevan atrevidamente sobre la llanura, permiten trazar con bastante precision los antiguos bordes del lago en que se han acumulado los lechos de agua dulce. Sin embargo, rara vez se percibe hoy la union de la formacion lacustral y del granito porque ordinariamente los separa un pequeño valle. En ciertos puntos las capas de agua dulce conservan su horizontalidad á muy corta distancia de las rocas que forman la orilla, mientras que en otros, estan inclinadas y á veces hasta verticales. Las divisiones principales que se pueden admitir en las series lacustrales son las siguientes: 1.°, gres, grit y conglomerato con marga roja y gres rojo; 2.°, margas hojosas verdes y blancas; 3.°, caliza ó travertius frecuentemente oolítico; 4.°, margas yesosas.

1. *a. Gres y Conglomerato.* Algunas veces se encuentran alrededor de la cuenca lacustral, capas abundantes de arena y de guijo, bajo la forma de roca sólida; contienen piedras de todas las antiguas rocas de la comarca vecina, tales como granito, gneis, micasquisto, esquisto arcilloso, pórfido, etc., pero sin mezcla alguna de rocas basálticas ó de otras rocas volcánicas terciarias. Estas capas no constituyen un cinturon alrededor de la cuenca, se hallan mas bien dispuestas como los deltas independientes que se forman en la embocadura de los torrentes á orillas de los lagos actuales.

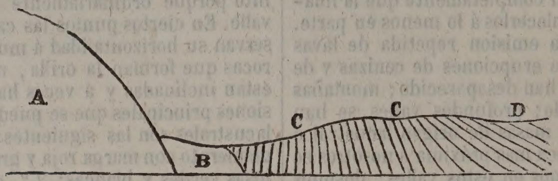
En Chamalicres, cerca de Clermont, se observa un ejemplo de estos deltas, ó depósitos litorales de extension limitada, en el cual las capas de piedras se inclinan partiendo del granito, como si en otro tiempo hubieran formado un declive bajo las aguas del lago cerca de una orilla escarpada. Una seccion vertical de unos 15 metros de altura, producida por un torrente, deja ver, esparcidos en la masa, los guijarros que consisten en fragmentos angulosos de granito, cuarzo esquisto primitivo y gres rojo. En varios puntos se presentan tambien listas parciales de lignito y pedazos de madera.

En algunos puntos de las orillas de la cuenca se encuentran gres gruesos (grits) cuarzosos, que cuando reposan sobre el granito suelen estar formados de cristales separados de cuarzo, de mica y de feldspato. Estos cristales proceden del granito desagregado y han sido posteriormente unidos por un cimento silíceo. El granito parece entonces haber tomado una nueva forma mas sólida, y el paso es tan gradual entre la roca de orígen cristalino y la de formacion mecánica que difícilmente se distingue donde acaba la una y empieza la otra; las colinas llamadas la *Roca* y el Puy-de-Jussat presentan un corte no interrumpido de 212 metros de altura, en cuya base existen margas hojosas blancas y verdes de 120 metros de espesor próximamente; encima existen gres groseros, cuarzosos cimentados por una materia caliza algunas veces tan abundante que forma nódulos empastados. En ciertos puntos estos nódulos constituyen concreciones esferoidales de unos dos metros de diámetro y pasan á lechos de caliza sólida asemejándose á los travertines italianos ó á los depósitos de fuentes minerales.

1. *b. Marga y Gres rojos.* El mas notable de los grupos arenáceos es el que nos ofrece una marga y un gres rojos, idénticos en todos sus caracteres mineralógicos al nuevo gres rojo y la marga secundaria de Inglaterra. En estas rocas secundarias el suelo rojo se halla algunas veces matizado de ligeras tintas verdosas, circunstancia que se reproduce en la formacion terciaria de agua dulce de Coudes sobre el Allier. Las margas son algunas veces de un color rojo purpúreo,

como en Champheix y van acompañadas de una caliza rojiza como el *cornstone* asociado al antiguo gres rojo de los geólogos ingleses. El gres y marga rojos de Auvernia proceden evidentemente del deterioro del gneiss y del micasquisto, que existen en las colinas inmediatas y se transforman en un suelo enteramente semejante á los gres y margas rojos terciarios. Se encuentran tambien en los gres mas groseros de este grupo piedras de gneiss, de micasquisto y de cuarzo desprendidas de las mismas rocas que la arena y la marga. Las capas rojas aunque desprovistas de restos orgánicos pasan por la parte superior á capas que contienen fósiles terciarios y pertenecen sin duda alguna á la formacion lacustral.

2. *Margas hojosas verdes y blancas*. Las rocas primitivas de Auvernia, que por la descomposicion parcial de sus partículas mas duras, han dado orígen á los gres y los conglomeratos cuarzosos, pueden tam-



Capas verticales de marga, en Champradelle, cerca de Clermont.
A. Granito.—B. Espacio de 18 metros donde no se ve corte.—C. Marga verde vertical é inclinada.—D. Marga blanca.

bien por la reduccion de las mismas materias al estado pulverulento, y por la degradacion de su feldspato, mica y hornblenda, haber producido la arcilla aluminosa y aun una marga caliza si contienen una cantidad suficiente de carbonato de cal. Este sedimento fino habria sido naturalmente transportado á cierta distancia de la playa, como las margas finas que se depositan hoy dia en el lago Superior, y lo mismo que en el lago de América se acumulan anualmente cantos y arena cerca de la orilla septentrional, del mismo modo en Auvernia, los gres y conglomeratos se habrian evidentemente formado junto á las orillas.

El espesor total de estas margas es desconocido, pero en algunos puntos excede ciertamente de 213 metros. La roca es habitualmente blanca ó verdosa; el carbonato de cal domina en ella. Está dispuesta en hojillas muy delgadas, carácter que resulta frecuentemente de la presencia de innumerables conchas ó caparazones muy delgados de un animal llamado *Cypris*. Este animal provisto de dos valvas pequeñas bastante semejantes á las de una concha bivalva, pierde sus tegumentos por una muda periódica, lo que no sucede á los moluscos conchíferos. La existencia de estos millares de *Cypris* en los antiguos lagos de Auvernia explica cómo la marga se ha encontrado dividida en láminas tan delgadas como hojas de papel, y esto en masas estratificadas de algunos centenares de metros de espesor. No podria encontrarse prueba mas convincente de la tranquilidad y limpieza de las aguas, asi como de la manera lenta y gradual cómo el lago se iba llenando de lodo fino. Se puede tambien admitir fácilmente que durante el depósito de este sedimento fino en las partes centrales y profundas de la cuenca, cierta posicion de piedras, arena y fragmentos de rocas eran tambien arrastradas al lago y se acumulaban cerca de la orilla, dando asi orígen al grupo descrito anteriormente.

No lejos de Clermont, existen margas verdes, que contienen *Cypris* en abundancia, y solo distan algunos metros del granito que forma las orillas de la cuenca. La presencia de estas margas tan cerca de la antigua ribera puede explicarse, suponiendo que en el fondo del lago primitivo, entre las embocaduras de los rios y torrentes, las corrientes no trajeron mas que un limo fino. La direccion vertical de algunos de los lechos prueba una alteracion local considerable y posterior al depósito de las margas; pero tales capas inclinadas y verticales son muy raras.

3. *Caliza, Travertin, Oolita*. Los dos miembros anteriores del depósito lacustral, es decir, las margas y los gres, pasan accidentalmente á una caliza, algunas veces, se encuentran en ellos solamente muchos nódulos concrecionados, pero cuando la materia caliza aumenta, estos nódulos se reunen en lechos regulares.

A cada lado del depósito de agua dulce, al Oeste hácia Ganuat y al Este hácia Vichy, se explota una caliza blanca oolítica. En Vichy, la oolítica se parece por el aspecto y la calidad, á la piedra de Bath, y siendo como ella, tierna al salir de la cantera, no tarda en endurecerse por la exposicion al aire. En Ganuat, la piedra contiene conchas terrestres y huesos de cuadrúpedos. En Chadrat y en la colina de Serre, la caliza es pisolítica, y los esferoides presentan á un tiempo la estructura radiada y la estructura concéntrica.

Caliza de indusas. Se conoce ademas en Auvernia otra forma notable de caliza de agua dulce; esta es la *Caliza de indusas*, que debe su nombre á los estuches ó *indusas* de larvas de *Friganas* que contiene; grandes montones de materias han sido incrustadas por el carbonato de cal y transformadas en travertin muy duro. La roca es algunas veces caliza pura; en diversos puntos se halla mezclada con materia silicea de la cual se ven varios lechos sucederse, ya sea en masas continuas ya en nódulos concrecionados; estos lechos se hallan sobrepuestos unos á otros y entremezclados de listas de marga. El corte que representa la fig. 126 tomado en la base de la colina de Gergovia, presenta una de las capas de indusas *a* entre las margas *b b*; indica al mismo tiempo las desnudaciones que han debido sufrir las capas lacustrales que en otro tiempo llenaban depresiones, y cómo han sido dispuestas en colinas y valles alrededor de antiguos lagos.

Observamos frecuentemente en nuestros estanques la larva de la *Frigana* cubierta de conchas pequeñas de agua dulce que tiene la facultad de fijarse en la parte exterior de sus estuches tubulares, probablemente para darles peso y solidez. El individuo representado en la fig. 127, y que pertenece á una especie muy comun en Inglaterra, ha cubierto su envoltura de conchas de una *Planorba* pequeña. Una grande especie de frigana que frecuentaba los lagos eocenos de Auvernia adheria á su parte exterior las conchas de una pequeña univalba espiriforme del género *Paludina*. Se ven algunas veces un centenar de estas conchas, dispuestas alrededor de un tubo cuya porcion central queda frecuentemente vacia, mientras que la otra parte está llena de capas delgadas y con-

céntricas de travertin. Los tubos estan dispuestos confusamente y á veces tambien en ángulo recto unos respecto á los otros, como en la fig. 128. Si se reflexiona que hasta diez ú once de estos tubos se hallan amontanados en un espacio de 25 milímetros cúbicos, que ciertas capas de esta caliza miden mas de 2 metros de grueso y se extienden sobre un espacio considerable, se tendrá una idea del número infinito de insectos y de moluscos que han contribuido por sus tegumentos y sus conchas á formar esta roca de una estructura tan singular. No es necesario suponer que las friganas han vivido en los mismos lugares donde se encuentran hoy dia sus cubiertas; han podido multiplicarse en puntos poco profundos cerca de las orillas de un lago ó en los arroyos que le alimentaban, y sus despojos habran sido arrastrados por la corriente.

En el estío de 1837, examinando con el doctor Bick un lago pequeño cerca de Copenhague, descubrió Lyell un magnífico ejemplo de la manera cómo se ha verificado probablemente la acumulacion de los estuches tubulares de Auvernia. Este lago, llamado el Fuure-Soe, y situado en el interior de la isla de Seeland, presenta unos 32 kilómetros de circunferencia y en algunos puntos 60 metros de profundidad. Alrededor de sus orillas poco profundas, crecen abundantemente cañas y juncos cubiertos de envolturas de la *Phryganæa grandis* y otras especies, á las cuales se adhieren las conchas. Las plantas son: el *Scirpus lacustris* y la caña comun (*Arundo phragmites*); pero principalmente el primero. En el estío, y sobre todo en el mes de junio, los grandes golpes de viento determinan á veces una corriente mas rápida; las plantas son arrancadas con sus raices, arrastradas por las aguas y van á flotar en extensas líneas que tienen algunas veces mas de 2 kilómetros.

La *Cypris* habita el mismo lago, y no faltan mas que manantiales calizos para formar capas de indusas semejantes á las de Auvernia.

4. *Margas yesosas.* En Saint-Romain, en la orilla derecha del Allier, se explota para sacar el yeso una masa yesosa en láminas delgadas que tienen mas de 15 metros de espesor. Reposa sobre una serie de margas verdes que contienen *Cypris* y alternan con el gres grueso; el espesor total reconocido en un escarpado vertical abierto en las orillas del rio, pasa de 76 metros.

Disposicion general, orígen y edad de las formaciones de agua dulce de Auvernia. Las relaciones entre los grupos que acabamos de describir, no podrian demostrarse claramente por el estudio de un solo corte; asi el geólogo que espera encontrar un órden fijo de sucesion, se asombrará quizá de ver diferentes partes de la cuenca dar resultados contradictorios.

La division arenácea, las margas y la caliza, se encuentran todas en ciertos puntos alternando unas con otras; aquí, por consiguiente, no podria negarse la existencia de una disposicion particular. Generalmente las arenas, el gres y el conglomerato, constituyen un grupo litoral: las margas hojosas, blancas y verdes, forman un depósito central contemporáneo; el carbonato de cal se halla casi siempre subordinado á las porciones mas nuevas de los dos grupos precedentes. Las margas y arenas superiores son mas calizas que las inferiores, y jamás se encuentran rocas calizas cubiertas por un espesor considerable de arena cuarzosa ó de marga verde. Por su semejanza con los travertines de Italia, estas rocas deben indudablemente su formacion á las aguas de fuentes minerales, análogas á las que se ven todavía hoy en Auvernia salir del granito y precipitar travertin. Estos manantiales son algunas veces termales, pero este carácter no es constante. En la época en que el antiguo lago empezó á llenarse de sedimentos, las acciones volcánicas sin duda no habian producido todavía lavas y escorias en ningun punto de la superficie de Auvernia. Ninguna piedra de lava habia penetrado por consiguiente en el lago; ningun fragmento de roca volcánica habia sido sepultado en el conglomerato; pero posteriormente á la acumulacion de un espesor considerable de gres y de marga, se verificaron erupciones y vinieron lavas y tobas á alternar en ciertos puntos con capas lacustrales. Durante las convulsiones sucesivas que precedieron al desarrollo de la accion volcánica, los manantiales frios y termales con diferentes principios en disolucion, pudieron aumentar su número y multiplicar los depósitos de carbonato y sulfato de cal, de pedernal y de otras materias minerales; esta hipótesis explicaria tambien el predominio de estas materias en las capas superiores. Los movimientos subterráneos modificaron despues los niveles relativos de la comarca, dejaron los lagos en seco é impidieron toda acumulacion ulterior de capas de agua dulce regulares.

Acontecimientos semejantes acompañados de resultados análogos, se producen en toda cuenca moderna, en la del lago Superior, por ejemplo, donde una porcion de rios y torrentes van á llevar los detritus de una cordillera de montañas. Las materias transportadas se depositan en él segun su volúmen y su peso; las mas gruesas cerca de la orilla y las mas finas á gran distancia de la tierra. En las capas pedregosas y arenosas del lago Superior, no se observa piedra alguna de estas rocas volcánicas modernas, porque no existe hoy en el país ninguna de estas rocas; sin embargo, si la accion ígnea viniera á manifestarse y á dar orígen á las lavas, á las escorias y á los manantiales termales, esta accion no interrumpiria el depósito de guijo, de arena y de marga, pero le mezclaria toba volcánica y rocas precipitadas de las aguas de manantiales minerales.

Aunque las capas de agua dulce de dicha comarca afectan sensiblemente una posicion horizontal, las pruebas de una dislocacion local son en ella bastante numerosas y concluyentes para permitirnos suponer que se han verificado grandes cambios de nivel desde el período lacustral. No pueden determinarse los límites Norte del Antiguo Lago, mientras que al Este, al Oeste y al Sur, estos límites se hallan figurados por grandes alturas graníticas; pero despues de una serie tan grande de erupciones volcánicas, no debemos asombrarnos de nuestra impotencia para restaurar enteramente la geografía física de la comarca; es pues probable que una porcion del país, la porcion meridional por ejemplo, se haya elevado en masa, mientras que otros puntos permanecerian en reposo ó quizá experimentarian un movimiento de descenso.

No puede afirmarse que todas las formaciones de agua dulce de dicha localidad pertenezcan á un solo período, porque varias masas considerables de grupos arenáceos ó margosos se hallan desprovistas de fósiles. Algunas margas y arenas muy antiguas ó enteramente inferiores podrian ser referidas al eoceno mediano. Los trabajos de Bravard y Croizet y los de Pomel, han dado muchas noticias acerca de la fauna mamífera de aquellas formaciones. Este último naturalista ha hecho observar las diferencias incontestables que separan á todas ó casi todas las especies mamíferas de las de la serie yesosa de las cercanías de París, aunque varias de las formas sean análogas á las de los cuadrúpedos del eoceno. El *Cainotherium* por ejemplo, no dista mucho del *Anoplotherium* y se confunde segun Waterhouse con el género *Microtherium* de los alemanes. Se cuentan en él dos especies de marsupiales vecinos del *Didelphys*, género que se ha encontrado tambien en el yeso de París, y varias formas de rumiantes de géneros extinguidos, tales como él *Amphitragulos elegans* de Pomel, que ha sido identificado con una especie rhiniana de Weissenau cerca de Maguncia, llamada por Kaup *Dorcatherium nanum*; otros fósiles, por ejemplo el *Microtherium Reuggeri*,

y un pequeño roedor *Titanomys*, son tambien específicamente iguales á algunos mamíferos de la cuenca de Maguncia. El *Hyænodon*, género muy notable de carnívoros, cuenta allí mas de una especie, y el representante mas antiguo del género *Machairodus* ha sido descubierto en el seno de las capas de Auvernia. El *Hyœnodon* se encuentra tambien con algunos *Paleoterium* en las margas del eoceno mediano de Inglaterra, en la roca de Hordwell en el Hampshire, mucho mas abajo del nivel de la caliza de Bembridge. En suma con razon han referido los geólogos franceses una gran porcion de las rocas de la formacion de agua dulce de Auvernia á su terciario mediano y á la division de este que llama Lyell eoceno superior.

Cantal. En el departamento francés del Alto-Loira, cerca de la ciudad de Puy-en-Velay, existe una formacion de agua dulce poco mas ó menos de la misma edad que la de Auvernia y muy análoga á ella; otra se encuentra en el Cantal, cerca de Aurillac. El carácter mas notable que distingue á esta última formacion de la de Auvernia y de Velay, es la abundancia de pedernal asociado á las margas y á la caliza.

La serie entera puede dividirse en dos: porcion inferior compuesta de guijo, de arena y de arcilla, debidos al deterioro y descomposicion de los esquistos graníticos de la comarca vecina; porcion superior, que consiste en marga silícea y caliza y que contiene como rocas subordinadas yeso, pedernal y caliza. La semejanza de la caliza de agua dulce del Cantal y del pedernal que la acompaña con la creta superior de Inglaterra, nos da una nueva prueba de lo inconveniente que seria dar una importancia exclusiva al carácter mineralógico como criterio de la edad relativa de las formaciones.

Al acercarse á Aurillac por la parte del Oeste, se atraviesan largas llanuras llenas de matorrales donde el estéril micasquisto alimenta una vegetacion raquítica. Cerca de Itrac, entre La Capelle y Viscamp, el suelo está sembrado de pedernales partidos, algunos de los cuales son por el interior negros con una cubierta exterior blanca, y otros estan coloreados de amarillo y rojo. El aspecto de estos montecillos anuncia una nueva formacion; y en efecto, se llega muy pronto á un escarpado de capas lacustrales. Al pié de la colina se extienden capas de arcilla y de arena que reposan sobre el micasquisto, y mas arriba en las canteras de Belbet, Leybros y Bruel, se observa una caliza blanca en capas horizontales, cuya superficie está cubierta de surcos irregulares llenos de pedernales partidos de marga y de una tierra negra vegetal. Estos surcos presentan exactamente lo opuesto de los que cubren la superficie de la creta blanca en Inglaterra. Despues de estas canteras, siguiendo un camino formado de caliza blanca que refleja vivamente los rayos del sol, se encuentran cerca de Aurillac colinas de caliza y de marga caliza en capas horizontales separadas en algunos puntos por lechos regulares de pedernal en nódulos cuya envoltura es de color blanco opaco como la de los nódulos silíceos de la Gran Bretaña.

El abundante tributo de materias silíceas, calizas, yesosas, que recibian los antiguos lagos de Francia, puede haber tenido alguna conexion con la accion volcánica subterránea de que estas regiones han sido durante largo tiempo teatro, y que habrian impregnado los manantiales de materias minerales aun antes de la grande salida de las lavas. Se sabe que los manantiales calientes de Islandia y de otros paises, contienen sílice en disolucion, y se ha demostrado últimamente que el vapor, á una temperatura elevada, disuelve las rocas cuarzosas sin ayuda de álcali ó flujo alguno. El agua caliente cargada de materias silíceas deposita una parte de la sílice cuando su temperatura baja al contacto de las aguas frias de un lago.

Si se examina superficialmente la caliza blanca y el pedernal de Aurillac, se admite desde luego que la roca es de la misma edad que la creta blanca de Europa; pero cuando de su aspecto mineralógico y de su composicion se pasa á los fósiles, se encuentran en la sílice de Cantal tubos de granos de *chara* de agua dulce en lugar de zoófitos marinos tan frecuentes en los pedernales de la creta, y en la caliza conchas de *Limnœa*, *Planorbis* y otros géneros lacustrales.

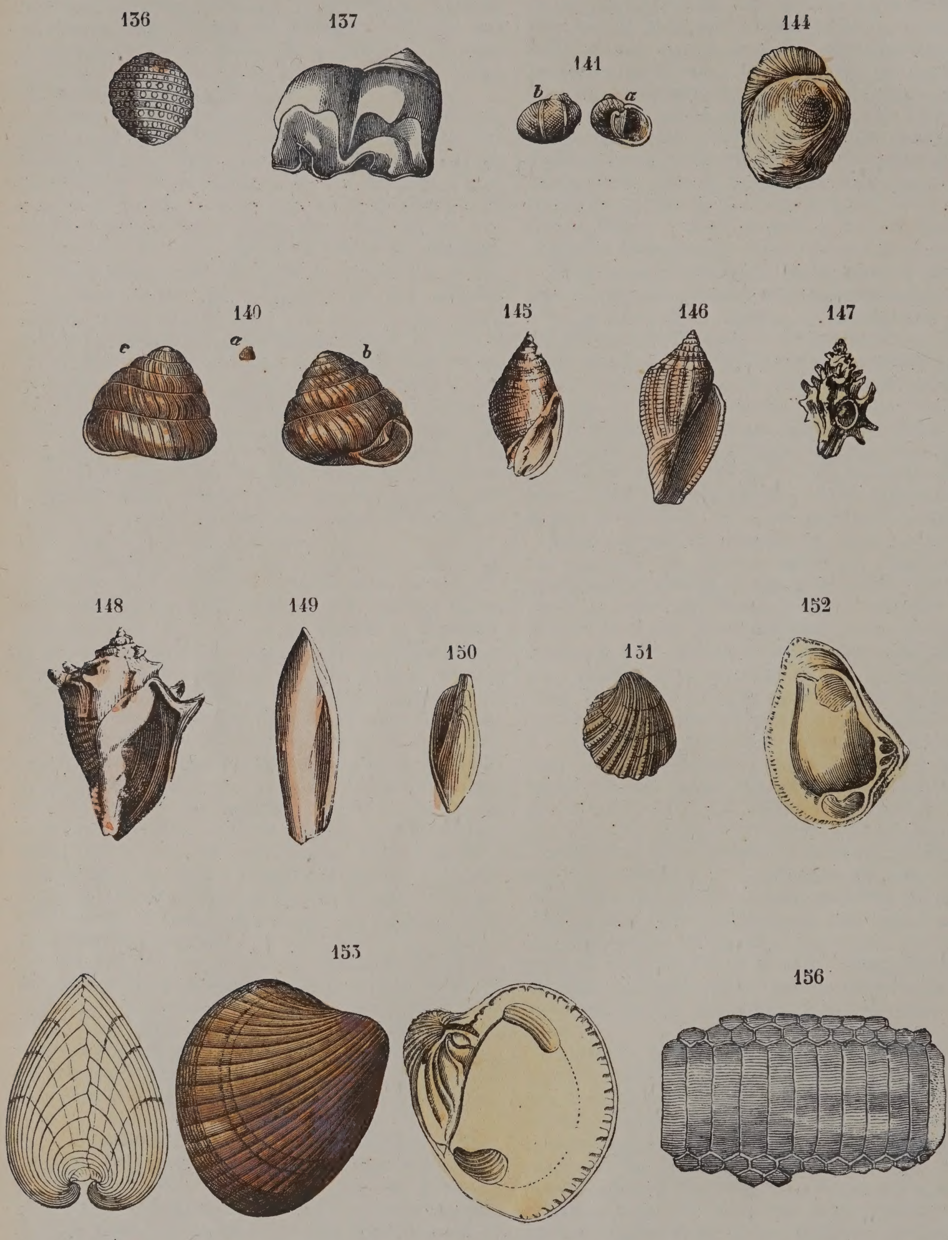
PRUEBAS DE UN DEPÓSITO GRADUAL. Ciertos cortes de margas hojosas del valle de Cer, cerca de Aurillac, prueban de la manera menos equívoca la extremada lentitud con que se han acumulado las materias de las series lacustrales. En la colina de Barrat, por ejemplo, se observa un conjunto de margas calizas y silíceas, en el cual á una profundidad de 18 metros lo menos, las hojas son tan delgadas que se encuentran algunas veces hasta treinta en un espesor de 3 á 4 centímetros; cuando se separan estas hojas se encuentran perfectamente conservados, tallos aplastados de *Chara* ú otras plantas, y á veces millares de pequeñas *Paludinas* y otras conchas de agua dulce.

Estas hojas, cuyo matiz varia entre el blanco, el verde y el pardo, pueden estar agrupadas en lechos de 3 á 5 decímetros de espesor, y distinguirse entre sí por diferencias de color y de composicion. Algunas veces una hoja de 25 milímetros de espesor próximamente está compuesta de pedernal puro; otras veces consiste en materia vegetal carbonosa, negra ó en marga blanca pulverulenta. En las cercanías de Aurillac varias colinas compuestas de esta clase de materias miden mas de 60 metros de elevacion desde su base; el todo se halla algunas veces cubierto de corrientes solidificadas de lavas troquíticas ó basálticas.

Estos cuerpos infinitamente pequeños son las partes separadas de que se componen algunos de los monumentos geológicos mas grandiosos. Para clasificarlos es necesario abarcar en un conjunto grupos enteros de capas; pero para comprender su modo de formacion y de explicar su orígen conviene descender á las subdivisiones pequeñas de que se compone cada masa; es preciso calcular cuántas hojas delgadas que contienen cada una los restos de millares de testáceos y de plantas, entran en la composicion de una sola capa, y de qué inmensa sucesion de estas capas, se forma un solo grupo. Es preciso recordar tambien que masas de materias volcánicas tales como el plomo de Cantal son igualmente el resultado de acumulaciones sucesivas que consisten en lechos multiplicados de lava, de escorias y de fragmentos arrojados por las erupciones. En fin, no se debe perder de vista que los continentes y las cordilleras de montañas á pesar de sus dimensiones colosales, no son mas que un conjunto de grupos ígneos ó acuosos semejantes á los anteriores, formados sucesivamente durante un transcurso de tiempo indefinido y sobrepuestos unos á otros.

Burdeos, Aix. Segun Raulin, las capas del eoceno superior, estan representadas en la cuenca de Burdeos por el falun de Leognan y la caliza que yace debajo en Saint-Macaire. Sin embargo, algunos geólogos consideran que las capas de Leognan no son mas antiguas que los faluns de Turena. Las capas de agua dulce de Aix en Provenza, pertenecen probablemente al eoceno superior; lo mismo debe suceder respecto las rocas terciarias de Malta, de Creta, de Cerigo y de algunos puntos de la Grecia y del litoral del Mediterráneo.

Nebraska, Estados-Unidos. En el territorio de Nebraska, en el Missuri superior, cerca del rio Platte, á una latitud de 42° Norte, se encuentra una formacion terciaria que consiste en caliza blanca, marga y arcilla silícea; el doctor Dale Owen la ha descrito: se ha encontrado en ella numerosas osamentas de cuadrúpedos extinguidos y formas de quelonios terrestres ó de agua dulce.



136. *Chara tuberculata.*—137. Molar inferior de *Anoplotherium commune.*—140. *Helix labyrinthica.*—141. *Neritina cóncava.*—144. *Chama squamosa.*—145. *Mitra scabra.*—146. *Voluta ambigua* —147. *Typhis pungens.*—148. *Voluta athleta.*—149. *Terebellum fusiforme.*—150. *Terebellum convolutum.*—151. *Cardita globosa.* —152 *Crassatella sulcata.*—153. *Venericardia planicosta.*—156. Placas dentarias de *Myliobates Edwardsii.*

Entre los fósiles, el doctor Leidy ha reconocido un *Palæotherium* gigantesco mayor que ninguna de las especies parisienses; varias especies del género nuevo *Orcodon*, Leidy, que reunen los caracteres de los paquidermos y de los rumiantes; el *Eucrotaphus*, otro género nuevo del mismo carácter mixto; dos especies de rinocerontes del sub-género *Acerotherium*, forma del eoceno superior de Europa, del que ya hemos hablado; dos especies de *Archæotherium* paquidermo afine al *Chœropotamus* y al *Hyracotherium*; el *Pœbrotherium*, rumiante extinguido, vecino del *Dorcatherium*, Kamp.; el *Agriochœgus* de Leidy; rumiante que se aproxima al *Merycopotamus* de Falconer y Cautley, y finalmente un grande animal carnívoro del género *Machairodus*, cuyo ejemplo mas antiguo en Europa se encuentra en el eoceno superior de Auvernia. Las tortugas estan clasificadas en el género *Testudo*, pero tienen alguna afinidad con el *Emys*. En suma los autores americanos refieren esta formacion al período eoceno, como lo ha hecho Lyell, pero deberia ser llamada eoceno inferior por los que aplican esta palabra á todas las capas mas modernas que el yeso de París.

CAPITULO XVI.

FORMACIONES EOCENO MEDIANO Y EOCENO INFERIOR.

Las capas que vienen despues en el órden descendente son las que llama Lyell eoceno medio. Dicho autor ha trazado en un mapa la posicion de varias superficies eocenas, tales como la cuenca del Támesis, una parte del Hampshire, un fragmento de los Paises Bajos y los alrededores de París. Las tres últimas regiones contienen algunas de las formaciones marina y de agua dulce, de que se ha tratado en el eoceno superior, pero su extension superficial en esta parte de Europa es insignificante.

Formaciones del eoceno mediano de Inglaterra. La tabla siguiente muestra el órden de sucesion de las capas que se han encontrado en las regiones terciarias comunmente llamadas cuencas de Londres y de Hampshire.

	Eoceno superior.	Espesor. Metros.
A.	Capas de Hempstead (isla de Wight)	56.
	Eoceno medio.	
B. 1.	Serie de Bembridge (parte Norte de la isla de Wight)	35.
B. 2.	Serie de Osborne ó de Santa Elena (ibid.).	30.
B. 3.	Serie de Headon (isla de Wight), y Hordwell, Hants.	51.
B. 4.	Arenas de la colina de Headon, arcilla de Barton (isla de Wight) y Barton, Cliff, Hants.	91.
B. 5.	Arenas y arcillas de Bagshot y de Bracklesham (cuencas de Londres y de Hants)	213.
	Eoceno inferior.	
C. 1.	Arcilla propia de Londres y capas de Bognor (cuencas de Londres y de Hants).	116 á 150.
C. 2.	Arcillas plásticas ó de modelar y arenas, serie de Woolwich y de Reading (cuencas de Londres y de Hants).	30.
C. 3.	Arenas de Thanet (Reculvers, Kent y parte oriental de la cuenca de Londres).	27.

La verdadera posicion de las arenas de Bagshot, B. 5., en la serie anterior, y de las arenas de Thanet, C. 3., ha sido por primera vez establecida por Prestwich en 1847 y 1852. La de las capas de Hempstead, A., de Bembridge, B. 1., y de las series de Osborne y de Santa Elena, B. 2., no habia sido reconocida de una manera satisfactoria hasta la época en que el profesor Forbes la estudió en sus detalles.

Serie de Bembridge, B. 1. Estas capas tienen mas de 30 metros de espesor, y como hemos dicho anteriormente pasan en su parte superior á las capas de Hempstead, con las cuales concuerda su estratificacion cerca de Yarmouth en la isla de Wight. Consisten en marga, arcilla y caliza de agua dulce, salobre ó marina. Algunas de las conchas mas abundantes tales como *Cyrena semistriata* y *Paludina lenta*, son comunes á estas capas así como á la serie de Hempstead que las cubre. Las subdivisiones que ha descrito el profesor Forbes son las siguientes :

a. Margas superiores caracterizadas por la abundancia de la *Melania turritissima* de Forbes (figura 129).

b. Marga inferior caracterizada por el *Cerithium mutabile*, la *Cyrena pulchra*, etc., y por los restos de *Trionyx* (fig. 130).

c. Marga verde en que abunda frecuentemente una especie particular de ostra acompañada de *Ceritos*, *Almejas*, una *Arca* y una *Núcula*, etc.

d. Calizas de Bembridge compactas, de color de crema, alternadas con margas y esquistos, en los cuales todas las conchas de agua dulce son comunes especialmente en Sconce, cerca de Yarmouth. Estas conchas han sido descritas por Edwards; las mas conocidas son, el *Bulimus ellipticus* (fig. 131), y la *Helix occlusa* (fig. 132). La *Paludina orbicularis* (fig. 133) es tambien muy frecuente. Uno de los bancos está lleno de una *paludina* pequeña y globulosa. Entre las conchas de agua dulce y de respiracion pulmonar, la *Limnœa longiscata* (fig. 135), y el *Planorbis discus* (fig. 134), son las que se encuentran mas comunmente; la última representa ó reemplaza al *Planorbis evomphalus* en la serie mas antigua de Headon. El *Chara tuberculata* (fig. 136) es la girogonita mas característica de Bembridge.

El doctor Mantell ha extraido de esta formacion, en la playa de Whitecliff Bay, un buen ejemplar de palmera de abanico (*Flabellaria Lamanonis*, Brong.), planta que habia ya sido encontrada en las capas correspondientes de las cercanías de París. En esta subdivision se coloca la piedra de construccion muy conocida de Binstead, cerca de Ryde, caliza llena de agujeros producidos por Cirenas, que han desaparecido y dejado los moldes de sus conchas. En la misma piedra Pratt y Darwin, han descubierto los primeros, restos de mamíferos característicos de la serie yesosa de París, tales como el *Palæotherium magnum* (figura 138), *P. medium*, *P. minus*, *P. minimum*, *P. curtum*, *P. crassum*, y tambien el *Anoplotherium commune* (fig. 137), *A. secundarium*, *Dichobune cervicum*, y *Chœropotamus Cuvierii*. El género *Palæotherium* se parecia al Tapir actual por la forma de la cabeza y por la corta trompa de que estaba provisto, pero sus dientes molares se parecian mas á los del rinoceronte. El *Palæotherium magnum* era del tamaño de un caballo; su altura era de 1 metro á 1 metro y 25 centímetros. La fig. 138 es una restauracion del animal vivo, ensayada por Cuvier despues del estudio del esqueleto. Si el número de las especies particulares de cuadrúpedos, á lo menos el que conocemos, está mucho mas limitado en el sentido vertical que el de las especies testáceas, la presencia en Binstead de especies tan numerosas que concuerdan con los fósiles del yeso de París, viene á corroborar las pruebas que nos dan las conchas y las plantas de la contemporaneidad de las dos formaciones.

Serie de Osborne ó de Santa Elena, B. 2. Este grupo es de orígen de agua dulce ó de agua salobre, y varia mucho en su espesor y en sus caracteres mineralógicos. Cerca de Ryde produce una piedra de sillería muy estimada para la construccion y llamada por Forbes gres (*grit*) de Nettlestone. En otras partes se encuentra una pizarra de superficie ondulada y rocas con vestigios de fucoides. Las capas de Osborne estan caracterizadas por especies particulares de *Paludina*, *Melania*, *Melanopsis* y *Cypris*, asi como por granos de *Chara*.

Serie de Headon, B. 3. Se observan las capas de esta serie á la extremidad Este y á la extremidad Oeste de la isla de Wight y en las rocas (Cliffs) de Hordwell en Hants. En todas partes el *Planorbis evomphalus* (fig. 139) caracteriza los depósitos de agua dulce asi como la forma inmediata *P. discus* caracteriza la caliza de Bembridge. Las capas de agua salobre contienen los *Ptomomya plana*, *Cerithium mutabile* y *C. cinctum*; las capas marinas contienen la *Venus* (ó *Cytherea*) *incrassata*, especie comun en las capas del Limburgo y en el gres de Fontainebleau, es decir en la serie de eoceno superior. El predominio de los restos orgánicos de agua salada es mucho mas notable en algunas de las partes centrales de la formacion. Webster ha dividido todo el conjunto en grupo de agua dulce inferior, grupo marino superior, y grupo de agua dulce superior.

Entre las conchas extensamente distribuidas en la serie del Headon, se cita la *Neritina cóncava* (fig. 141), la *Limnœa caudata* (fig. 142) y el *Cerithium concavum* (fig. 143). El *Helix labyrinthitica*, Say (fig. 140), concha terrestre que habita hoy en los Estados-Unidos, ha sido descubierta en esta serie por Wood en la roca de Hordwell. Se le encuentra tambien en Headon-Hill en el seno de las mismas capas. En Sconce en la isla de Wight se encuentra en la serie mas moderna de Bembridge y presenta el raro ejemplo de un fósil eoceno de especie viva, aunque no se observe, como es comun en tales casos, conexion alguna local con la distribucion geográfica actual de la especie.

La porcion inferior y media de la serie de Headon existe en la roca de Hordwell, cerca de Limigton en el Hants, donde sus restos orgánicos han sido estudiados por Searles Wood, el doctor Wright y la marquesa de Hastings. Se debe á esta señora un corte detallado de las capas y el descubrimiento de una cantidad de especies nuevas de mamíferos, de quelonios y de peces fósiles; tambien dicha señora ha sido la primera en demostrar que estos vertebrados se diferencian específicamente de los de las capas de Bembridge. Las conchas que abundan en Hordwell, son; la *Paludina lenta* y diferentes especies de *Limnœa*, *Planorbis*, *Melania*, *Cyclas*, *Unio*, *Potomomya*, *Dreissena*, etc.

En el número de los quelonios, se cita una especie de Emys, y seis especies de *Trionix*; entre los saurios un aligator y un cocodrilo; entre los ofidios, dos especies de serpientes terrestres (*Paleryx*, Owen); entre los peces, Egerton y Wood han encontrado mandíbulas, dientes y escamas duras y brillantes, del género *Lepidosteus* ó sollo huesoso de los rios de América. Este mismo género de gadoideos de agua dulce se ha indicado en el seno de las capas de Hempstead (isla de Wight). En Hordwell se han extraido huesos de varias aves asi como restos de cuadrúpedos. Estos pertenecen á los géneros *Paloplotherium* de Owen, *Anoplotherium*, *Antracotherium*, *Dichodon* de Owen (género nuevo descubierto por Falconer), *Dichobune*, *Spalacodon* y *Hyœnodon*. Este último cuadrúpedo ofrece, sino estamos engañados, el ejemplo mas antiguo que se conoce de un verdadero carnívoro en la serie de los fósiles de Inglaterra; sin embargo no debe darse grande importancia teórica á este hecho porque las especies herbívoras son las mas frecuentes en estado fósil en todos los depósitos conservados de las cavernas, lo que hace aun á esta fauna interesante, es, que su posicion geológica es con mucho inferior á la de las capas de Bembridge ó de Montmartre, de las cuales se diferencia casi tanto respecto á las especies como á la fauna mas antigua de las capas del eoceno inferior. Por consiguiente recuerda la larga sucesion de los grupos distintos de mamíferos que han vivido sobre la tierra durante el período eoceno.

Varias de las conchas que pertenecen á las capas de agua salobre de la serie arriba indicada en la isla de Wight y en la roca de Hordwell, son comunes á la arcilla de Barton que está debajo; y por otra parte algunas de las especies de agua dulce tales como la *Cyrena obovata*, se encuentran en las capas de Bembridge á pesar de la interposicion de la serie de Santa Elena. Las margas blancas y verdes de la serie de Headon y algunas de las calizas que las acompañan suelen parecerse en color y carácter mineralógico á las capas eocenas de Francia; si bien podria creerse el sedimento derivado de la misma region ó producido al mismo tiempo y con circunstancias geográficas enteramente semejantes.

En la roca de Hordwell y en la isla de Wight las capas de Headon reposan sobre arenas blancas, miembro superior de la serie de barton B. 4.

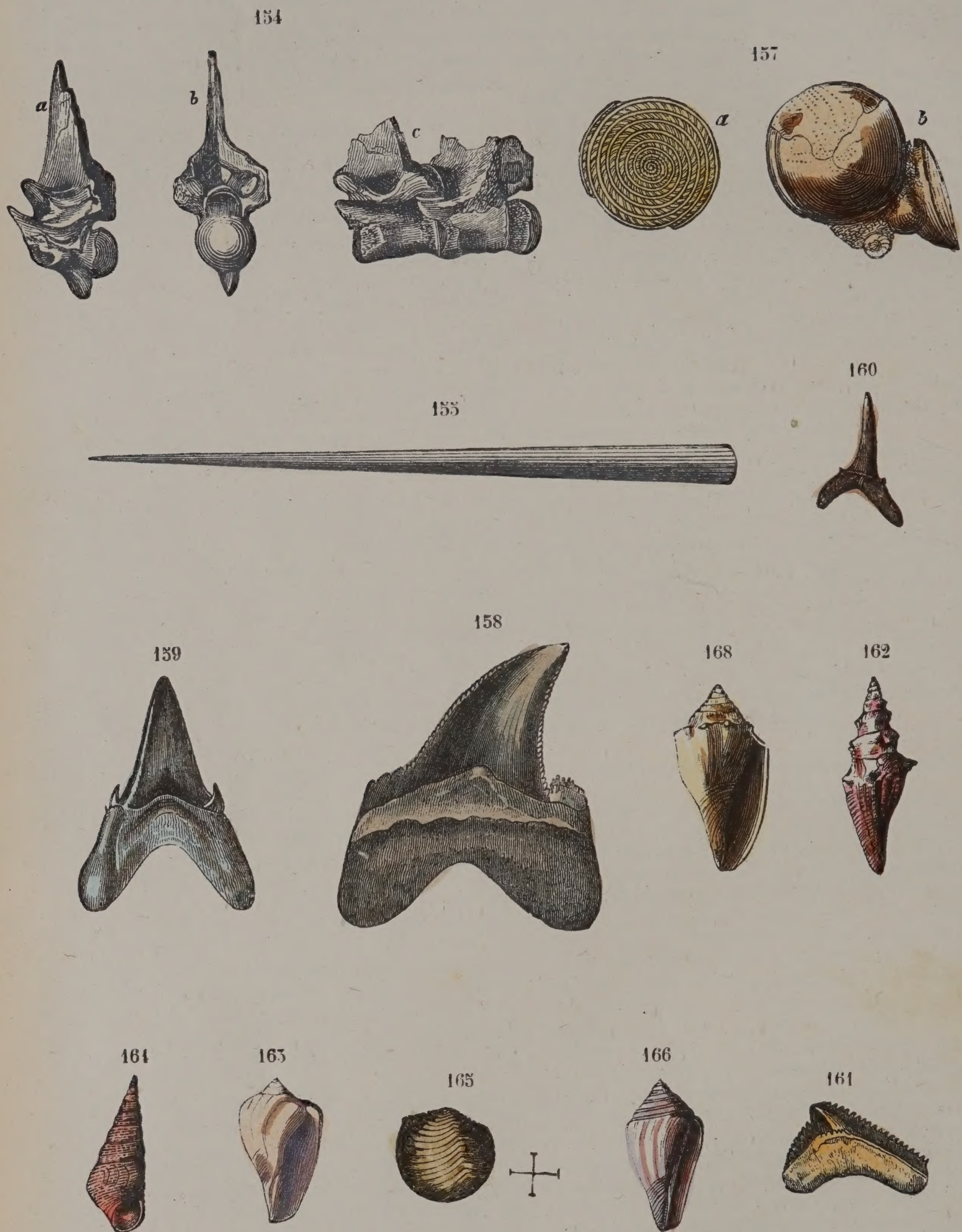
Arenas de Headon-Hill y arcilla de Barton, B. 4, En una de las capas superiores arenosas de esta formacion, el doctor Wright ha encontrado en gran abundancia la *Chama squamosa*. Las mismas arenas contienen, especialmente en Whitecliff Bay, impresiones de algunas conchas marinas comunes á las arenas superiores de Bagshot. La arcilla de Barton, situada debajo, ha dado cerca de doscientas nueve conchas, de las cuales la mitad, segun Prestwich, son particulares; siete solamente, es decir, cinco por ciento, son comunes á la arcilla propia de Londres C. 1. Por otra parte, setenta de estas conchas concuerdan con las de la caliza grosera de Francia.

CONCHAS DE LA ARCILLA DE BARTON, HANTS.

Cuando se estudian por órden descendente las formaciones terciarias, se ven ciertos foraminíferos llamados nummulitas, presentarse por la primera vez en las capas de Barton. Una especie pequeña *Nummulites variolaria* se encuentra simultáneamente en la costa de Hampshire y en el seno de las capas de la misma edad de Whitecliff Bay en la isla de Wight. Varias conchas marinas tales como la *Corbula pisum*, etc., son comunes á las capas de Barton y á la serie de Hempstead ó eoceno superior, y un número aun mayor, lo son á la serie de Headon.

Capas de Bagshot y de Bracklesham, B. 5. Las capas de Bagshot, que consisten principalmente en arenas silícas, ocupan una grande extension alrededor de Bagshot en Surrey y en el New Forest en Hampshire. Se pueden hacer de ellas tres divisiones formadas: la superior é inferior de una arena amarilla pálida, y la mediana de arena de color verde oscuro y arcillas pardas; el todo reposa sobre la arcilla propia de Londres. La division superior es probablemente de la misma edad que la serie de Barton. Aunque las capas de Bagshot esten generalmente desprovistas de fósiles, contienen en algunos puntos conchas marinas entre las cuales abundan la *Venericardia planicosta* (figura 153), la *Turritella sulcifera*, y la *Nummulites lœvigata* (fig. 157). En Bracklesham Bay, cerca de Chichester en el Sussex, es donde son mejor conocidas las conchas características de este miembro de la serie eocena, entre otras el gran *Cerithium giganteum* tan notable en la caliza grosera de París donde suele llegar á 60 céntimos de longitud. Las volutas y otras conchas de esta formacion, lo mismo que las lunulitas y los corales, parecen indicar que debió prevalecer

Geologia.



154. *Palæophis typhæus*, Owen, serpiente de mar; *a*, *b* vértebras, con sus largas apófisis cervicales; *c* dos vértebras articuladas —155 Hueso premaxilar prolongado, ó *espada* del Espadon fósil *Cælorhynchus*).—157. *Nummulites* ó *Nummularia lævigata*; *a* orte transversal de la Numulita; *b* grupo con individuo manifestando el exterior de la concha.—158. *Carcharodon heterodon* —159. *Otodus obliquus* —160. *Lamnae legans*, Agass —161. *Galeocerdo latidens*.—162. *Pleurotoma attenuata*. —163 *Voluta latrella* —164. *Turritella multisulcata* —165. *Lucina serrata*.—166. *Conus deperditus*.—168. *Voluta nodosa*.

Geologia.



139. *Planorbis evomphalus*, Sow, mitad de su diámetro.—167. *Nipadites ellipticus*, Palmera fósil, de Sheppey.—169 *Phorus extensus*, Highgate.—170. *Rostellaria macroptera*, de un tercio del tamaño natural.—171. *Nautilus centralis*, Highgate.—172. *Aturia ziczac* ó *Nautilus ziczac*, Arcilla de Londres —173. *Belosepia sepioidea*, Arcilla de Londres.—174. *Leda amigdaloides*, Highgate.—175. *Axinus angulatus*, Arcilla de Londres —176 *Astropecten crispatus*, Sheppey.—177. Molar de mico (*Macacus*).—178. Molar y porcion de mandíbula de Oppossum.—179. Molares de murciélago insectívoro, doble del tamaño natural.—180. *Cyrena cuneiformis*, tamaño natural.—181. *Melania inquinata*, tamaño natural.

un clima cálido en aquella region, idea que seria confirmada por el descubrimiento de una serpiente, *Palœophis typhœus* (fig. 154), que segun Oven pasa de seis metros de longitud y es análoga por su configuracion huesosa al boa, al pinton, á la culebra y á la hidra. La forma comprimida y la pequeñez de algunas vértebras caudales, presentan tal analogía con la hidra, que Owen, ha creido poder declarar á este ofidio estinguido habitante de los mares.

Despues de haber combatido victoriosamente la existencia en la época actual de serpientes marinas gigantescas en el Océano septentrional, este sabio sostiene hoy la existencia en los mares eocenos de Inglaterra, de serpientes de menores dimensiones en una época en que el clima era probablemente mas cálido. Entre los compañeros de la serpiente marina de Bracklesham, se ha encontrado un gavial extinguido (*Gavialis Dixoni*, Owen), y muchos peces de especies que habitan hoy los mares de las latitudes cálidas, tales como el espadon (fig. 155) y rayas gigantescas del género *miliobates* (fig. 156).

Tambien abundan en Bracklesham dientes de tiburones de los géneros *Carchorodon*, *Otodus*, *Lamna*, *Galeocerdo* y otros (fig. 158, 159, 160 y 161). La *Nummulites lœvigata* (fig. 157) tan característica de las capas inferiores de la caliza grosera de Francia, donde forma algunas veces verdaderos lechos como en las cercanías de Compiegne, es muy comun en dicha localidad, asi como la *N. scabra* y la *N. variolaria*. De ciento noventa y tres especies de testáceos que se han recogido en las capas de Banshot y de Bracklesham, ciento veinte y seis se encuentran en la caliza grosera de Francia. Estas capas se aproximan pues, por la edad á esta parte de la serie parisiense mas que á ninguna otra.

FORMACIONES DEL EOCENO INFERIOR DE INGLATERRA.

Arcilla propia de Londres. Esta formacion viene debajo de la anterior y consiste en arcilla tenaz, parda, y gris azulada, con lechos de concreciones llamadas *septaria*, las cuales abundan principalmente en la arcilla parda y se extraen en gran cantidad de las quebradas que hay en las cercanías de Harwich y en los bajos fondos de la costa de Essex para la fabricacion del cimento romano. Las localidades mas importantes de fósiles de la arcilla de Londres, son; las colinas de Highgate cerca de esta ciudad, la isla de Sheppey y Bognor en el Hampshire. Entre ciento treinta y tres conchas fósiles, Prestwich ha encontrado solamente veinte comunes á la caliza grosera, mientras que treinta y tres son comunes á los lechos conchíferos, en los cuales solo se encuentran en Francia doscientas especies. Se puede pues presumir que la arcilla propia de Londres es mas antigua que la caliza grosera. Esto alejará quizá una dificultad que ha encontrado Adolfo Brongniart cuando ha querido comparar la flora eocena de las cercanías de Londres con la de París. Las especies fósiles de la isla de Sheppey, observa este sabio, indican un clima mas tropical que la flora eocena de Francia. Ahora bien, esta última procede principalmente de la serie del yeso y se parece á la vegetacion de las orillas del Mediterráneo mas bien que á la de una region ecuatorial; mientras que la flora de Sheppey pertenece á una época anterior, separada del período del yeso de París por toda la caliza grosera y la serie de Bagshot, en una palabra, por toda la formacion nummulítica propiamente dicha.

En una descripcion de los frutos y semillas fósiles de la isla de Sheppey cerca de Londres, indica Bowerbank mas de trece frutos de palmeras del tipo moderno *Nipa*, el cual no se conoce hoy mas que en las Molucas, en las Filipinas y en Bengala (fig. 167). En el delta del Ganges el doctor Hooker ha observado nueces grandes del *Nipa fruticans* flotando en tan gran número en los brazos de aquel gran rio, que las ruedas de los barcos de vapor eran obstruidas por ellas. Estas plantas tienen afinidad por un lado con la tribu de los cocoteros y por otra con el *Pandanus*. Tambien se encuentran en la arcilla de Sheppey frutos de otras palmeras distintas de la tribu de los cocoteros, asi como tres especies de *Anona* y una gran abundancia de frutos de cucurbitáceas (division de las calabazas y melones), asi como diferentes especies de *Acacia*. Estos aunque no presentan el carácter tropical de una manera tan marcada, indican sin embargo un clima cálido. La contigüidad de las tierras puede deducirse no solo de las producciones vegetales, sino tambien de los dientes y osamentas de cocodrilos y de tortugas porque estos animales debian ir á la costa á depositar sus huevos. En la formacion se observan numerosas especies de tortugas que se refieren á géneros extinguidos. La mayor parte no igualan en tamaño á las mayores tortugas que viven en nuestros dias. Una serpiente marina del género *Palœophis* que debia teter mas de tres metros, ha sido tambien descrita por Owen y como especie distinta de la de Barcklesham. Un cocodrilo propiamente dicho, *Crocodilus toliapicus* y otro saurio mucho mas análogo al gavial, acompañan á estos fósiles: se encuentran tambien restos de diferentes aves y cuadrúpedos. Entre estos últimos se señala un nuevo género, el *Hyracotherium*, Owen, asociado al daman, al cerdo, y al *Chœropotamus*. Se cita un *Lophiodon* y un paquidermo llamado por Owen *Coryphodon eocœnus* mayor que ninguno de los tapiros actuales. Todos estos animales parecen haber habitado las orillas del gran rio en que flotaban los frutos de Sheppey. Suponen una forma mamífera anterior al período en que las nummulitas vivian en Europa y Asia, anterior por consiguiente al alzamiento de los Alpes, de los Pirineos y de las demás cordilleras de montañas que trazan los relieves actuales de los grandes continentes, anterior aun al tiempo en que masas de rocas que forman hoy el eje de estas cordilleras, se depositaran en el seno de los mares.

En la arcilla de Londres, las conchas marinas indican, como las plantas y los reptiles, una temperatura elevada; se encuentran en ella, por ejemplo varias especies de *Conus* y de *Voluta*, una grande *cyprœa* (*C. oviformis*), una muy grande *Rostellaria* (fig. 170), una especie de *Cancellaria*, seis especies de *Nautilus* (fig. 172), y otros cefalopodos de géneros extinguidos entre los cuales uno de los mas notables es el *Belosepia* (fig. 173). Entre los diferentes bivalvos característicos se cita la *Leda amygdaloides* (fig. 174), el *Axinus angulatus* (fig. 175), y entre los radiados, una estrella de mar, (*Astropecten*, fig. 176).

Con estos fósiles se encuentra un espadon (*Tetrapterus priscus*, Agassiz) de cerca de 2 metros de largo y un Siena (*Pristis bisulcatus*, Agassiz) de 3 metros poco mas ó menos, géneros extraños hoy dia en los mares británicos. Agassiz ha descrito mas de cincuenta especies de peces pertenecientes á las capas de Sheppey, y que indican segun él, un clima cálido.

Capas de Kyson en Suffolk. En Kyson cerca de Woodbridge, el crag rojo cubre una gran capa de arcilla eocena de 3 metros y 60 centímetros de espesor. Mas abajo hay un depósito de arena amarilla y blanca, cuyos fósiles ofrecen un grande interés y que constituye probablemente la parte inferior de la arcilla propia de Londres. Esta arena ha presentado dientes y una porcion de mandíbula que Owen refiere al género *Macacus* (fig. 177). Este es el primer ejemplo de cuadrumanos fósiles en Inglaterra. Los mamíferos encontrados en este mismo depósito, ademas de numerosos dientes de esqualos, eran un Oposum *Didelphys* (fig. 178), y un murciélago insectivoro (figura 179), Colchester ha añadido en 1840 otros restos procedentes de la misma localidad, entre los cuales ha reconocido Owen dientes del género *Hyracothe-*

rium, y vértebras de una gran serpiente probablemente de un *Palæophis*. Estos dos últimos géneros han sido indicados tambien en la arcilla de Londres, y confirman la opinion de que la arena de Kyson pertenece al período coceno. El *Macacus* es el primer cuadrumano que se ha encontrado en capas tan antiguas como el eoceno y en una region tan apartada del ecuador. Este descubrimiento data de 1836; despues se han descubierto otros cuadrumanos en Francia, en la India y en el Brasil.

Arcillas plásticas ó de modelar y arenas, C. 2. Las arcillas llamadas plásticas que se encuentran inmediatamente debajo de la arcilla de Londres, deben este nombre en Francia, al uso que se hace de ellas para la alfarería. Se explotan con el mismo objeto en Inglaterra, capas de edad idéntica (series de Woolwich de Beading, y de Prestwich).

Ningunas formaciones difieren mas en la semejanza de sus caracteres mineralógicos, que los depósitos eocenos de Inglaterra y de París; los primeros, casi todos de orígen mecánico, estan formados de lodo, de arena y de cantos; los segundos presentan por el contrario una numerosa sucesion de calizas á veces silíceas, de yesos cristalinos, de gres silíceos y de pedernales puros empleados como piedra de moler. Es, pues, bastante difícil establecer una comparacion exacta entre los diferentes miembros de las series francesa é inglesa, así como determinar su edad relativa. Evidentemente las cuencas de París y de Londres han experimentado en su fauna y en su flora cambios sucesivos resultantes de la aparicion de nuevas especies y de la extincion de especies preexistentes; modificaciones en las condiciones geográficas han debido producirse al mismo tiempo por el alzamiento y descenso de las tierras y del fondo de los mares. Tal período de tiempo particular, fue pues, representado en cierto punto por un continente, en tal otro por un estuario, en un tercero por el mar; y allí mismo donde las formaciones de dos paises presentan igualmente el carácter marino, las diferencias de nivel deben frecuentemente haber modificado el desarrollo de la vida animal.

Sin embargo, la division de la serie eocena de que se trata en este momento, es una excepcion á la regla general; porque por todas partes, en la cuenca de Londres ó en la de Hampshire, como en la de París, presenta el mismo carácter mineralógico. Se comprenderá esta uniformidad de aspecto, si se considera que los lechos estan compuestos únicamente de arenas, de arcillas de modelar, de pedernales rodados de la creta, cuyo tamaño varía desde el de un guisante hasta el de un huevo. En la isla de Wight, estos lechos estan en contacto con la creta, como en la cuenca de Londres, en Beading, en Blackheath y en Woolwich. En algunos, completamente inferiores, se encuentra por bancos la *Ostræa bellovacina* tan comun en Francia en la misma posicion relativa, y la *Ostræa edulina* difícil de distinguir de la especie comestible viviente. En los mismos lechos en Bromley el doctor Buckland ha encontrado una gran piedra á la cual se hallaban adheridas cinco ostras perfectamente desarrolladas, las cuales habian sin duda nacido sobre la piedra y habian permanecido en ella hasta el momento de ser sepultadas.

En varios puntos, tales como en Wolwich sobre el Támesis, en Newhaven en el Sussex, una mezcla de testáceos marinos y de agua dulce, caracteriza á este miembro de la serie. Las conchas de agua dulce estan representadas por la *Melania inquinata* (fig. 181) y la *Cyræna cuneiformis* que indican embocaduras de rios en el mar eoceno. Se observa habitualmenta una mezcla de conchas de agua salobre, de agua dulce y marina, y algunas veces como en Woolwich se adquiere la prueba de que el rio y el mar han ocupado sucesivamente el mismo punto. En New-Charlton á las puertas mismas de Woolwich, la Condanime ha descubierto en 1849 una capa de arena mezclada de cantos silíceos perfectamente redondeados, y en la cual se encontraban numerosos individuos de la especie *Cyræna tellinella* con sus dos valvas reunidas y la extremidad posterior de cada concha vuelta hácia arriba como si los moluscos hubieran muerto en su posicion natural. Lyell ha descrito un banco análogo de limo arenoso en el delta del rio Alabama en Mobila á orillas del golfo de Méjico; en las mareas bajas se han sacado por medio de la draga especies vivas de *Cyræna* y de *Gnathodon* cuyas conchas estaban derechas, es decir, en una posicion que permitia al animal tender su sifon y aspirar ó despedir el agua á voluntad. En Mobila, el agua ordinariamente dulce, es algunas veces salobre.

En Woolwich ha debido correr un rio hácia el mar mientras vivian las cyrænas, y estas perecieron súbitamente por un aflujo de agua salada que invadió los fondos en los puntos en que se verificaba un descenso. Seguidas en su direccion al lado del E. hácia Herne-Bay, las capas de Woolwich toman un carácter mas marino, mientras que al S. O. como en Chelsea adquieren un carácter de agua dulce mas marcado, y contienen *Unio y Paludina*, así como banco de lignito. Un continente regado por rios habria pues existido antiguamente hácia el S. O. de la metrópoli actual.

Antes de que los geólogos se hubieran familiarizado con la teoría del descenso gradual del suelo, de su conversion en fondo de mar en diferentes períodos y como consecuencia de la transformacion de las aguas bajas en aguas profundas, el carácter de agua dulce y litoral de este grupo inferior, parecia extraño y anormal. Si se atraviesa en algunos centenares de metros la arcilla de Londres, depósito formado como lo prueban sus fósiles en una agua salada profunda, se llega á capas de orígen fluviátil, y se encuentran masas de piedras que llegan en Balckheath á un espesor de 15 metros é indican así la proximidad de una tierra en que los silex de la creta serian acarreados en estado de arena y de piedras, y se habrian esparcido sin interrupcion en grandes espacios. Se encuentran siempre guijaros semejantes hácia la parte baja de la serie en la isla de Wight como en las cuencas de Hampshire ó de Londres. Se puede preguntar si no serian simplemente zonas estrechas litorales análogas á las que presentan las antiguas playas marinas. A esta pregunta responde Pretswich, que las zonas de piedras han podido formarse lentamente en grande escala en la época de las arenas de Thanet, y que cuando el suelo bajó, las piedras redondeadas se dispersarian simultáneamente en superficies considerables, y quedarian expuestas durante la sumersion gradual á la accion de las olas del mar ayudado algunas veces por el flujo y reflujo y por las inundaciones de los rios.

Arenas de Thanet. Se ve frecuentemente la arcilla plástica ó la arcilla de modelar de la isla de Wight y del Hampshire en contacto con la creta y constituyendo el miembro inferior de la serie eocena de Inglaterra. Pero en otras partes otra formacion de orígen marino caracterizada por un conjunto algo diferente de restos orgánicos, viene á colocarse como lo ha demostrado Prestwich entre la creta y la serie de Woolwich. Este geólogo ha propuesto para dicha formacion el nombre de *Arenas de Thanet*; porque se manifiesta muy claramente en la isla de Thanet en la parte septentrional de Kent y en la costa del mar entre Herne-Bay y las Recalvers donde consiste en arenas algunas veces concrecionadas. Entre otros fósiles contiene las *Pholadomya cuneata*, *Cyprina Morrisii*, *Corbula longirostris*, *Scalaria Bowerbankii*, etc.; su mayor espesor es de unos 27 metros.

FORMACIONES DEL EOCENO MEDIANO DE FRANCIA.

TABLA GENERAL DE LAS CAPAS EOCENAS DE FRANCIA.

A. EOCENO SUPERIOR.

(*Mioceno inferior de algunos autores franceses.*)

	Equivalentes ingleses.
A. Caliza de la Beauce, ó de agua dulce superior, y gres de Fontainebleau, etc.	Serie de Hempstead.
***B.* EOCENO MEDIANO.**	
B. 1. Serie de yeso y caliza lacustral mediana. . . .	Serie de Bembridge.
B. 2. Caliza silícea (en parte contemporánea del grupo que sigue).	Parte inferior de la serie de Bembridge.
B. 3. Gres de Beauchamp ó arenas medianas.	Serie de Osborne y parte superior y mediana de la serie de Headon, isla de Wight.
B. 4. Caliza grosera superior y caliza grosera mediana.	Arenas de la colina de Headon, Barton, Bagshot superior y parte de las capas de Bracklesham.
B. 5. Caliza grosera inferior ó glauconia grosera.	Capas de Bracklesham.
B. 6. Arenas del Soissonés ó lechos conchíferos. . .	Bagshot inferior de edad intermedia entre las capas de Bracklesham y la arcilla de Londres.
***C.* EOCENO INFERIOR.**	
C. Arcilla plástica y lignito.	Arcilla plástica y arena, con lignito (serie de Woolwich y Reading).

Las formaciones terciarias de los alrededores de París consisten en una serie de capas marinas y de agua dulce que alternan entre sí, y llenan una depresion de la creta. La superficie que ocupan ha recibido el nombre de cuenca de París; se extienden sobre unos 290 quilómetros de longitud de Norte á Sur, y 145 quilómetros de latitud del Este al Oeste.

En 1810, Cuvier y Brongniart han distinguido cinco grupos diferentes, de los cuales tres son de agua dulce, y dos marinos; esta division suponia para ellos, que un mar, rios y lagos, habian sucesivamente ocupado y abandonado la misma superficie. Investigaciones ulteriormente hechas en las cuencas de Hampshire y de Londres, han confirmado esta opinion, ó demostrado completamente al menos, que desde el principio del período eoceno, se habian producido en el lecho del mar y los continentes vecinos, movimientos considerables que podian por sí solos dar cuenta de la superposicion de los depósitos de mar profundo, á los de aguas bajas (la arcilla de Londres, por ejemplo, á las capas de Woolwich). Sin embargo, segun los descubrimientos de Constant Prevost, algunas de las mezclas y alteraciones de los depósitos de agua dulce y marinos de la cuenca de París, podrian explicarse por la accion simultánea de las dos causas en la misma bahía de un solo mar, ó en un golfo único donde vinieran á afluir varios rios.

Sin entrar en el detalle de las numerosas subdivisiones de las capas parisienses, nos limitaremos á dar algunos ejemplos de las formaciones mas importantes ya enumeradas en el cuadro anterior.

Debajo del eoceno superior ó *Arenas marinas superiores* A, se encuentra en los alrededores de París una serie de margas blancas y verdes con capas subordinadas de yeso B. Estas capas estan mas extensamente desarrolladas en las partes centrales de la cuenca, y entre otros puntos, en la colina de Montmartre donde los fósiles que contienen han sido estudiados por la primera vez por Cuvier.

El sulfato de cal que se explota en este punto para la fabricacion del yeso, forma una roca cristalina granuda, y como las margas que le estan asociadas contiene conchas terrestres y fluviátiles con huesos y esqueletos de aves y de cuadrúpedos. Se encuentran tambien en él diversas plantas terrestres entre las cuales se observan buenos ejemplares de la tribu de las palmeras de abanico ó palmetti (*Flabellaria*), lo mismo que restos de peces de agua dulce, de cocodrilos, y de otros reptiles. Los esqueletos de mamíferos estan allí ordinariamente aislados, algunas veces enteros; las extremidades mas delicadas estan bien conservadas como si los animales cubiertos de su piel y de sus carnes hubieran caido al fondo del agua un momento despues de su muerte, y mientras que los gases producidos por su primera descomposicion hinchaban aun sus cadáveres. Las pocas conchas que acompañan á estos fósiles, son de esas especies ligeras que nadan con las maderas en la superficie de los rios.

Prevost ha creido que los rios habian podido arrastrar lejos los animales y las plantas que vivian en sus orillas ó en los lagos que ellas atraviesan, y depositarlos en el centro de un golfo donde llegasen aguas impregnadas de sulfato de cal. Sabemos que el rio Salso en Sicilia, entra en el mar tan cargado de sales de diferentes naturalezas, que las bestias rehusan beber su agua. Un arroyo de agua sulfurosa tan blanca como la leche, desciende al mar de la montaña volcánica de Idianna, al Este de Java; en cierta época, un torrente de agua caliente cargada de ácido sulfúrico brotó del mismo volcan, inundó y destruyó la vegetacion en una vasta extension del país. Del mismo modo el Pusanibio ó Rio Vinagre, en Colombia, que mana al pié del Puracé, volcan apagado situado á mas de 700 metros sobre el nivel del mar, arrastra aguas fuertemente impregnadas de ácido sulfúrico, de ácido hidroclórico y de óxido de hierro. Admitamos rios de esta especie, infectados, de propiedades nocivas á los animales que viven en el mar, y explicaremos así la ausencia total de restos marinos en el yeso de osamentas. Esta roca no contiene ni cantos rodados, ni arena gruesa, circunstancia que concuerda bien con la hipótesis de que seria el resultado de una precipitacion operada en una agua cargada de sulfato de cal en disolucion y que transportara restos de animales.

Se han encontrado en esta formacion los restos de cerca de cincuenta especies de cuadrúpedos, entre los cuales figuran los géneros *Palæotherium*, *Anoplotherium* y otros completamente extinguidos; cerca de las cuatro quintas partes pertenecen á una division del órden de los paquidermos, que no está representada hoy mas que por cuatro especies: tres tapiros y el daman del Cabo. Se citan tambien algunos carnívoros, entre otros el *Hyænodon dasynroides*, una especie de perro (*Canis parisiensis*) y una comadreja (*Cynodon parisiensis*). El órden de los *Roedores* presenta una ardilla, y el de los *Insectívoros* un murciélago; los *Marsupiales*, que no se encuentran hoy vivos sino en América, en Australia y en algunas islas vecinas, no figuran en dicha formacion mas que por un *Opossum*.

Las aves presentan unas diez especies, la mayor parte con esqueletos enteros; pero ninguna de ellas puede referirse á las especies vivas. La misma observacion se aplica, segun Cuvier y Agassiz, á los peces y á los reptiles. Entre estos últimos se encuentran cocodrilos y tortugas de los géneros *Emys* y *Trionyx*.

Los cuadrúpedos terrestres que abundan en esta formacion, eran de los que habitan las llanuras aluviales y los pantanos, las orillas de los rios y de los lagos, y se hallan por consiguiente mas expuestos á perecer en las inundaciones. Se observan entre ellos diferentes especies del género *Palæotherium*, asi como del *Anoplotherium*, tribu que se coloca entre los paquidermos y los rumiantes. Cuvier ha dado el nombre de *Xiphodon* à una de las tres divisiones de esta familia. Estos animales tenian formas delgadas y elegantes; una de las especies, el *Xiphodon gracile*, tenia poco mas ó menos la estatura del gamo; el exámen del esqueleto ha hecho decir á Cuvier que este animal debia ser tan ligero, tan gracioso y tan ágil como la gacela.

Cuando el osteólogo francés declaró á principios de este siglo, que todos los cuadrúpedos fósiles del yeso de París eran de razas extinguidas, esta opinion de parte de una autoridad tan eminente produjo una gran sensacion, y desde aquella época se dió un nuevo impulso en Europa á los progresos de las investigaciones geológicas. Algunos sabios naturalistas en verdad, habian ya dicho anteriormente, que las conchas y los zoófitos de las rocas antiguas en Europa, pertenecian á razas que no existian ya; pero la mayoría de las personas instruidas continuaban creyendo que las especies de animales y de plantas hoy contemporáneas del hombre, habian sido creadas desde el principio con la tierra misma. Era fácil entonces combatir la nueva doctrina, porque cada instante se descubrian corales, conchas ú otras criaturas desconocidas hasta entonces, y se podia preguntar por qué los mares no explorados aun, no habian de ofrecer formas vivas semejantes á las formas fósiles. Pero desde la publicacion de las *Osumentas fósiles* de Cuvier, y sobre todo de su tratado popular titulado *Teoría de la tierra*, empezaron á prevalecer ideas mas adelantadas. Quedó claramente demostrado que la mayor parte de los mamíferos encontrados en el yeso de Montmartre se diferenciaban aun genéricamente de todos los conocidos hasta hoy, y quedó manifiesto que ninguno de ellos, y sobre todo los mayores, podia existir vivo ni aun en los continentes no reconocidos. La ausencia de toda especie actual en una fauna fósil tan rica, ofreció una prueba palpable de que el suelo habitado en otro tiempo no tenia relacion alguna zoológica con el estado presente.

Caliza silícea ó travertin inferior. B. 2. La caliza silícea compacta se extiende sobre una gran superficie. Se parece al precipitado que depositan las fuentes minerales y presenta frecuentemente un gran número de cavidades pequeñas irregulares. Aunque generalmente desprovisto de restos orgánicos, contiene en ciertos puntos especies de agua dulce y especies terrestres; pero nunca fósiles marinos. La caliza silícea y la caliza grosera ocupan ordinariamente en la cuenca de París espacios separados; donde esta llega á su completo desarrollo aquella no presenta mas que su menor espesor. Algunos autores las han descrito como alternadas hácia el centro de la cuenca en Sergy y Osny por ejemplo; Prevost dedujo de aquí que en el Norte, donde la bahía se abria probablemente hácia el mar, se depositó una caliza marina, mientras que se formó un depósito de agua dulce al Sur, es decir, en el orígen de esta misma bahía. Se supone que, durante el período eoceno como hoy, el Océano se extendia al Norte y el continente, donde existian los grandes lagos, al Sur. Se puede admitir que de esta region Sur descendia una corriente de agua cargada de carbonato de cal y sílice, cuyo volúmen bastaba para enfriar la parte superior de la bahía. De que el yeso, al cual se asocian la marga y la cal, presente hácia el centro de la cuenca un espesor mas considerable que la caliza grosera y la caliza silícea, Prevost deduce la consecuencia de que en el tiempo en que estos dos depósitos se formaban, uno hácia el Norte y otro hácia el Sur, un rio viniendo del Este cubria el centro de sedimentos margosos y yesosos.

Gres de Beauchamps ó arenas medianas. B. 3. En algunas partes de la cuenca de París, margas y arenas llamadas gres de Beauchamp ó arenas medianas, separan los lechos yesosos de la caliza grosera propiamente dicha. Estas arenas, en las cuales abunda una nummulita pequeña (*N. variolaria*), contienen mas de trescientas especies de conchas marinas, algunas de ellas particulares, y otras comunes á la division siguiente.

Caliza grosera superior y mediana. B. 4. La division superior de este grupo se compone en su mayor parte de caliza compacta y frágil con margas verdes intercaladas. En algunos puntos las conchas presentan una mezcla de *Cerithium*, *Cyclostoma* y *Corbula*; en otros de *Limnæa*, *Cerithium*, *Paludina*, etc. Con estos últimos se han encontrado huesos de reptiles y los mamíferos *Palæotherium* y *Lophiodon*. La division mediana ó caliza grosera propiamente dicha, presenta efectivamente una estructura grosera; frecuentemente pasa á arena. Esta es la que contiene el mayor número de conchas fósiles características de la cuenca de Paris. Se han podido extraer de un solo punto, cerca de Grignon, mas de cuatrocientas especies que yacian en una capa de arena caliza casi enteramente formada de conchas quebrantadas, entre las cuales se distinguen, mezcladas y en un estado de conservacion perfecta, especies marinas, terrestres y de agua dulce. Es posible que las conchas marinas hayan vivido en el punto mismo donde se las encuentra hoy; pero los *Cyclostoma* y *Limnæa* deben haber sido llevados por rios ó corrientes, y la cantidad de restos triturados indica que el movimiento de las aguas era considerable.

Nada es mas sorprendente en este conjunto de testáceos fósiles, que la grande proporcion de las especies que se refieren al género *Cerithium*. No se cuentan menos de ciento treinta y siete, casi todas en la caliza grosera. La mayor parte de los ceritos vivos habitan el mar; cerca de la embocadura de los rios, donde el agua es salobre, la cantidad que se encuentra en el terreno marino de que hablamos, concuerda pues con la hipótesis de que la cuenca de París habria formado en otros tiempos un golfo al cual llevaban varios rios el tributo de sus aguas; los sedimentos abandonados por algunas de ellas formarian los lechos de arcilla y de lignito, mientras que la caliza silícea habria sido precipitada mas lejos hácia el Sur.

En algunos puntos de la caliza grosera de París, se encuentra una piedra propia para la construccion y que los geólogos franceses han llamado *Caliza de Miliolitas*. Se compone casi enteramente de foraminíferos microscópicos. Como esta piedra jamás se encuentra en los faluns ó en las capas miocenas de la Bretaña y de la Turena, sirve para distinguir las formaciones eocenas de las miocenas esparcidas en estas provincias y en las inmediatas. El descubrimiento de restos de *Palæotherium* y de otros mamíferos en algunos de los lechos superiores de la caliza grosera, demuestra que estos animales terrestres han vivido antes de la formacion de los depósitos yesosos, cuya serie está debajo.

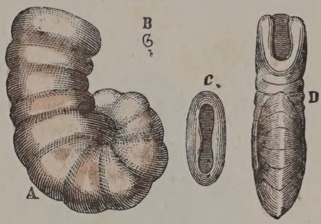
Caliza grosera inferior ó glauconia grosera, B. 5. La porcion inferior de la caliza grosera la cual contiene frecuentemente una gran cantidad de granos verdes, está caracterizada en Auvers cerca de Pontoise,

Geologia.

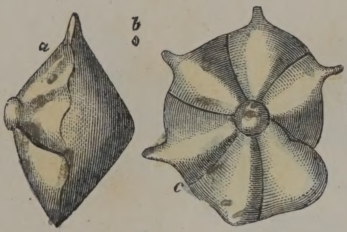
185



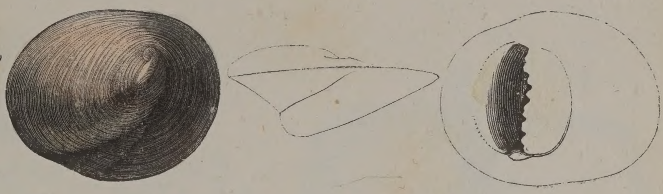
184



183



187



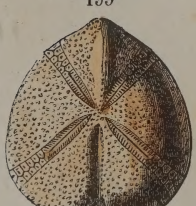
182



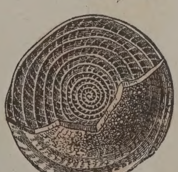
189



199



190



188

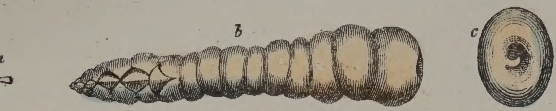


182. *Xiphodon gracile* ó *Anoploterium gracile*, contorno restaurado.—183. *Calcarina rarispina*; *b*, tamaño natural; *a*, *c*, la misma muy aumentada.—184. *Spirolina stenostoma*; B, tamaño natural; A, C, D, tamaño aumentado.—185. *Triloculina inflata*; *b*, tamaño natural; *a*, *c*, *d*, el mismo aumentado.—187. *Nerita conoidea* ó *N. Schmideliana*.—188. *Cardium porulosum*, cuencas de Londres y Paris.—*Nummulites Puschi*, de los Pirineos; *a*, superficie exterior de una Nummulita cuyas secciones longitudinales se ven en la caliza; *b*, corte transversal de la misma.—190. *Nummulites exponens*, de Europa é India.—199. *Micraster cor anguinum*, de la creta blanca.

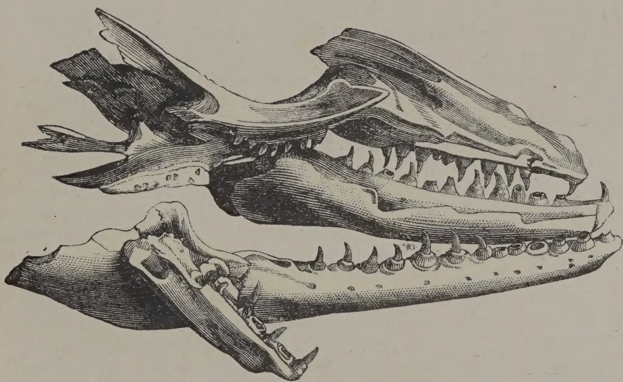
200



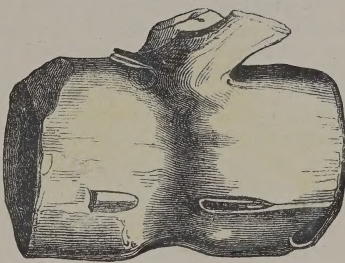
186



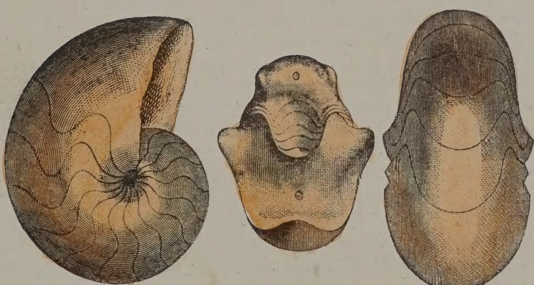
193



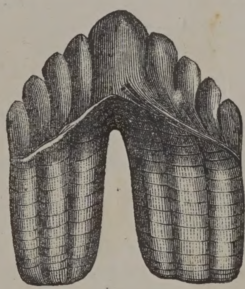
192



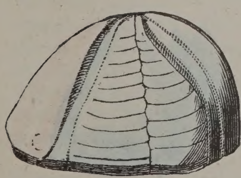
195



191



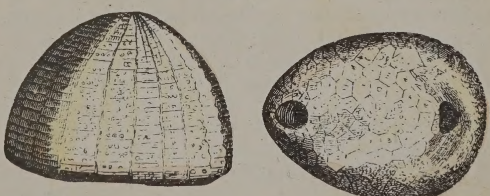
194



196



198



186. *Clavulina corrugata*; *a*, tamaño natural; *b*. *c*, tamaño aumentado.—**191.** *Zeuglodon cetoides* ó *Basilosaurus*, molar del tamaño natural.—**192.** Vértebra del mismo, reducida —**193** *Mosasaurus Camperi*, el original tiene cerca de un metro de longitud.—**194.** *Hemipneustes radiatus* ó *Spatangus radiatus*, de la creta de Maestricht y creta blanca.—**195.** *Nautilus Danicus*, de Faxœ en Dinamarca.—**196.** Coprolitos de peces, llamados *Julo-eido-copri*, de la creta.—**198.** *Ananchytes ovatus*, creta blanca superior é inferior; *a*, visto de lado; *b*, base en la testa en que se ven las aberturas anal y oral.—**200.** *Galerites albogalerus*, de la creta blanca.

y mas aun en las cercanías de Compiegne, por la abundancia de numulitas, especialmente de los *N. lævigatas*, *N. scabra*, *N. Lamarcki*; estos fósiles componen en gran parte algunas de las capas aunque no se encuentren en las capas de la misma edad en la inmediacion de París.

Arenas del Soisones ó sislas conchíferas, B. 6. Debajo de la formacion anterior se observan arenas llenas de conchas de un espesor considerable, sobre todo en Cuise-la-Motte, cerca de Compiegne, y en otras localidades del Soisonés á unos 80 quilómetros N. E. de París; se han descubierto en ellas cerca de trescientas especies la mayor parte de las cuales son comunes á la caliza grosera y á las capas de Bracklesam en Inglaterra; algunas son particulares al depósito. La *Nummulites planulata* abunda en ellas; pero la concha mas característica es, la *Nerita coroidea,* Lam. Este último fósil ocupa una gran extension geográfica, porque segun la observacion de Archiac, acompaña la formacion nummulítica desde Europa hasta las Indias donde la ha encontrado Cuth, cerca de la embocadura del Indo, al mismo tiempo que la *Nummulites scabra*. Entre las conchas de este grupo, treinta y tres por lo menos parecen idénticas á las de la creta de Londres. Despues de haber visitado Lyell á Cuise-la-Motte y otras localidades de las *arenas inferiores*, ha deducido en union con Prestwich, que estas formaciones son probablemente mas modernas que la arcilla de Londres y quizá mas antiguas que las capas de Bracklesham en Inglaterra. Si la arcilla de Londres está representada en Francia por estas arenas, es en todo caso de una manera parcial. Deshayes ha presentado el *Cardium porulosum* procedente de los lechos arenosos del Soisonés, como ejemplo de los cambios que se verifican en ciertas especies durante los períodos sucesivos de su existencia. Parece que sus diversas variedades caracterizan formaciones diferentes. En el Soisonés, esta concha no pasa de un corto tamaño y se distingue por varias particularidades que desaparecen en los lechos inferiores de la caliza grosera. En estos adquiere su tamaño total y toma caracteres que se modifican de nuevo en las capas superiores de la caliza grosera; estos últimos cambios de forma se conservan despues al través de la serie *marina superior* ó eoceno superior.

Arcilla plástica. C. En la base del sistema terciario en Francia se encuentran inmensos depósitos de arenas entremezcladas á veces con capas de arcilla llamada *arcilla plástica*. Algunas ostras fósiles (*Ostrœa bellovacina*) abunda en algunos puntos de este depósito; en otros se encuentran conchas fluviátiles como las *Cyrœna cuneiformis*, *Melania inquinata*, etc., comunes á las capas que ocupan la misma posicion en el valle del Támesis. Hilos de lignito acompañan á las arcillas y arenas inferiores.

Inmediatamente encima de la creta que forma el fondo de todo terreno terciario en Francia, se observa generalmente un conglomerato ó brecha de pedernales rodados, angulosos ó cimentados por una arena silícea. Este conglomerato parece de orígen litoral, é indica las profundas desnudaciones que ha sufrido la creta. En cuanto á decidir si las arenas de Thanet se hallan verdaderamente representadas en la cuenca de París, es una cuestion que todavía no está resuelta.

Vasta extension de la formacion munulítica en Europa, Asia, etc. Refiere Lyell que visitando en 1815 la Bélgica y la Flandes francesa, para comparar las capas terciarias de aquellos paises con las series de Inglaterra, encontró que todos los lechos comprendidos entre las formaciones del eoceno superior ó del limburgo, y del eoceno inferior ó arcilla propia de Londres, podran dividirse perfectamente en tres secciones que presentan entre otros caracteres paleontológicos, tres especies particulares de numilitas: *N, vavidaria* en las capas superiores, *N. levigata*, en las capas medianas, y *N. planulata* en las inferiores. Habia adoptado esta clasificacion cuando observó que la superposicion de estas tres especies habia sido anteriormente reconocida por Archiac en 1842 en el Norte de Francia. El mismo autor en una monografía moderna, manifiesta que existe un órden casi semejante en la distribucion de las mismas especie y de otras varias al Sur de Francia y en los Pirineos, asi como en los Alpes, los Apeninos ó Istria. Las capas nummulíticas medianas estan caracterizadas por especies mas numerosas y mayores, y las capas superiores é inferiores por especies mas pequeñas.

Archiac describe nada menos que cincuenta y dos especies del género *Nummulites*, y las considera á todas como características de las capas terciarias á que Lyell ha dado el nombre de eoceno mediano. En algunos casos raros, varias de ellas se separan de estos límites estrechos en el seno de las formaciones ya superiores, ya inferiores, pero es dudoso que ninguna de ellas, excepto la *Nummulites intermedia,* que pertenece tambien al eoceno mediano, suba tan alto como la formacion miocena, ó descienda tanto como la arcilla de Londres. Ciertamente nunca se han encontraho, á la profundidad de las capas marinas contemporáneas de la arcilla plástica ó del lignito, en ningun país donde la geologia se haya estudiado detenidamente. Esta consecuencia es el resultado inesperado de investigaciones recientes; desde hace algunos años, se habia agitado la cuestion de saber, si las rocas nummulíticas de los Alpes y de los Pirineos no debian considerarse mas bien como cretáceas que como eocenas. Brongniart fue el primero que señaló la identidad específica de varias conchas en las capas marinas de las cercanías de París con las de la formacion nummulítica de la Suiza, cuando observó á estas últimas en la cumbre misma de Diablerets, una de las montañas mas elevadas de los Alpes suizos, á mas de 300 metros sobre el nivel del mar.

La caliza nummulítica de los Alpes, presenta frecuentemente un gran espesor que encuentra inmediatamente cubierta por una serie de esquistos de color oscuro, de margas y de gres de furoides, conjunto á que se ha dado en Suiza el nombre de *flysch*.

Las investigaciones de Murchison en los Alpes, en 1847, han demostrado que todas estas capas terciarias se encuentran en las partes mas dislocadas y mas elevadas de esta cordillera, á cuyo alzamiento se puede tambien señalar una fecha relativamente moderna.

La formacion nummulítica, con sus fósiles característicos, hace un papel mas importante que cualquier otro grupo terciario en Europa, en Asia y en Africa. Muchas veces llega á un espesor de muchos miles de metros y se extiende desde los Alpes á los Carpacios. Se halla muy desarrollada en el Norte de Africa, en Argelia y Marruecos por ejemplo. Se la ha observado en Egipto, donde formaba antiguamente las canteras explotadas para la construccion de las Pirámides, asi como en el Asia Menor y al través de la Persia, cerca de Bagdad, hasta la embocadura del Indo. Existe no solo en Cutch, sino tambien en la cordillera montuosa que separa el Sind de la Persia y que atraviesan los pasos que conducen á Cabul; y aun se la ha seguido mucho mas lejos hácia el Este entre la Bengala Oriental y las fronteras de la China.

El doctor Thomson ha observado nummulitas á una elevacion de 5,000 metros sobre el nivel del mar, en la parte occidental de Thibet.

Lyell ha encontrado en gran abundancia, en las vertientes de los Pirineos, un mármol cristalino compacto, una especie que ha recibido de Archiac el nombre de *Nummulites puchi*, y que es comun en las rocas de la misma edad de los Carpacios.

Otra especie muy grande, la *Nummulites exponens*, Sow., se halla esparcida no solamente en el Mediodía de Francia, en los alrededores de Dax, sino en Alemania, en Italia, en el Asia Menor y en Custch, en fin hasta en los montes de Sylhet en las fronteras de la China.

En varias de estas localidades, en Cutch, por ejemplo, algunas conchas, tales como la *Nerita conoidea*, acompañan como en Francia á las nummilitas.

Diferentes observadores consideran la formacion nummulítica, como perteneciente en parte á la época cretácea; este error viene sin duda de haber confundido un género mixto, las *Orbitoides* con las verdaderas Nummulitas.

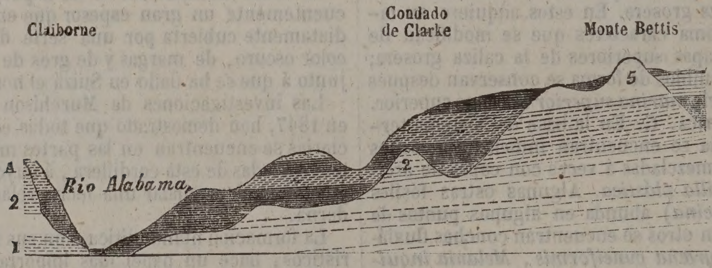
Si se admite que la formacion nummulítica ocupa el centro de la serie eocena, causa admiracion la fecha comparativamente moderna que debe señalarse á algunas de las grandes revoluciones sobrevenidas en la geografía física de la Europa, del Asia y del Africa septentrional. Todas las cordilleras de montañas, como los Alpes, los Pirineos, los Carpacios y el Himalaya en que las nummulíticas constituyen el centro y las partes mas elevadas, no debieron aparecer sino despues del período del eoceno mediano. Durante este período, el mar cubria las superficies que estas cordilleras ocupan hoy, porque las nummulitas y los testáceos que las acompañan habitaban indudablemente el agua salada. Antes de estos acontecimientos que convirtieron una gran tabla de agua en continente, la Inglaterra habia estado poblada de diferentes cuadrúpedos, de paquidermos herbívoros, de murciélagos é insectívoros, de oposuns y de monos.

Casi todos los volcanes apagados, que conservan vestigios de su forma primitiva, ó cuyas corrientes de lava pueden seguirse, son mucho mas modernas que la fauna eocena de que se trata; ademas de estos monumentos superficiales de la accion del calor, las influencias plutónicas han operado durante el mismo período cambios extraordinarios en la contestura de las rocas. Ciertas porciones de las capas terciarias de nummulitas han pasado en los Alpes centrales al estado de las rocas cristalinas, y han sido transformadas en mármol, cuarzo, micasquisto y gneiss.

CAPAS EOCENAS DE LOS ESTADOS-UNIDOS.

En la América del Norte, las formaciones eocenas ocupan, á orillas del Atlántico, una extension tanto mas considerable, cuanto mas se avanza hácia el Sur, desde el Delaware y el Maryland hasta la Georgia y el Alabama. Se encuentran igualmente en la Luisiana y en otros Estados situados al Este y al Oeste del valle Mississipi. En Claiborne, Alabama, mas de cuatrocientas especies de conchas marinas con diferentes equinodermos y dientes de peces, caracterizan uno de los miembros de este sistema. En el número de las conchas se encuentra en abundancia la *Cardita planicosta*; la presencia de este fósil y de algunos otros mas ó menos idénticos que las especies de Europa, parece probar que las capas de Claiborne son contemporáneas del grupo central de Bracklesham en Inglaterra, y de la caliza grosera de París.

Mas arriba, en la serie, hay una caliza notable, llamada en un principio *Caliza de Nummulitas*, por el gran número de cuerpos discoideos y parecidos á nummulitas que contiene. Orbigny clasifica hoy estos fósiles en el género *Orbitoide*. El doctor Carpenter ha demostrado que pertenecen al grupo de los foraminíferos, y cree, que el orbitoide de que aquí se trata (*O. mantelli*), es de la misma especie que el de Cutch, en el eoceno mediano ó formacion nummulítica de la India. La seccion siguiente explica la posicion de las tres subdivisiones de la serie eocena, números 1, 2 y 3, cuyas relaciones se han podido advertir y determinar en el condado de Clarke, entre los rios Alabama y Tombeckbee.



1. Arena, marga, etc., con muchos fósiles.
2. Caliza blanca ó piedra podrida, en *Zeuglodon* } Eoceno.
3. Caliza nummulítica de Orbitoide }
4. Formacion superior de arena y de arcilla, sin fósiles. Edad desconocida.

El grupo inferior, número 1, presenta un espesor de mas de 30 metros, y comprende lechos de marga en los cuales se encuentra la *Ostræa sellæformis*, que forma un banco desde el Alabama hasta la Virginia, y representa á la *Ostræa flabellula* del grupo eoceno de Europa. En otros lechos del número 1, se encuentran dos conchas de Europa, la *Cardita planicosta*, y el *Solarium canaliculatum*, asi como un gran número de especies particulares á la América. Igualmente se ven en ellos corales, restos de peces placoideos y de rayas y espadas de espadones; todos estos fósiles afectan una semejanza genérica con los de las capas eocenas de Inglaterra y de Francia.

El número 2, es una caliza blanca, frecuentemente blanda y arcillosa, pero algunas veces muy compacta, y compuesta exclusivamente de carbonato de cal. Contiene varios corales particulares asi como un nantilo grande, vecino del *N. ziczac*; en el lecho superior se encuentra un cetáceo gigantesco, al que Owen da el nombre de *Zeuglodon*.

Los huesos de este cetáceo son tan abundantes en el condado de Clarke, que caracterizan la formacion. La columna vertebral de un esqueleto encontrado por el doctor Buckley, tenia cerca de 21 metros de largo, y en su inmediacion se ha extraido otra espina dorsal de unos 15 metros.

Owen ha hecho observar que este enorme animal no pertenece á la clase de los reptiles, y que cada diente presenta una doble raiz (fig. 191) implantada en un doble alveolo correspondiente; esta opinion ha sido confirmada por los doctores Wyman y Gibbes.

El descubrimiento de un cráneo entero de otra especie fósil de la misma familia, ha probado que estos animales formaban parte de la familia de las ballenas, porque tenian los dobles cóndilos occipitales que se observaron exclusivamente en los mamíferos, asi

como los huesos timpánicos convolutados que son particulares á los cetáceos.

Cerca de la union del número 2, con la caliza sobrepuesta número 3, existen capas caracterizadas por las conchas siguientes: *Spondilus dumosus*, (*Plagiostoma dumosum*, Morton), *Pecten poulsoni*, *Pecten perplanus* y *Ostræa cretácea*.

El número 3 es una caliza blanca, formada en gran parte por la orbitoides de Orbigny, y que se habia considerado en un principio como una nummulita (*Nullantelli*); este fósil está mezclado con algunas lummilitas, corales pequeños y conchas. El orígen de esta piedra blanda y coloreada, como el de nuestra creta blanca, á la cual se asemeja mucho; parece, pues, que debe ser atribuido á la descomposicion de estos foraminíferos. El país donde abunda presenta la misma ausencia de bosques que se observa sobre nuestras colinas de creta; ó bien no está cubierto mas que por el *Juniperus virginiana*, como ciertos distritos cretáceos lo estan en Inglaterra por el tejo y el enebro.

Algunas de las conchas de esta caliza son comunes á los lechos de Claibonne, pero un número mayor son particulares al depósito.

Se observará en la seccion, que las capas números 1, 2 y 3, estan, la mayor parte del tiempo, cubiertas de una gruesa formacion de creta ó de arena sin fósiles. En ciertas partes del *bluff* ó quebrada del rio Alabama, en Clairbone; los lechos números 1 y 2, estan al descubierto de alto á bajo, mientras que en otros puntos la formacion mas reciente, número 4, forma el corte casi entero de la quebrada. La ausencia de restos orgánicos no ha permitido determinar aun la edad de esta masa superpuesta.

Las capas de piedras de molino de los Estados del Mediodía, contienen tan gran cantidad de fósiles referentes á los de Claiborne, que no es dudoso pertenezcan á esta misma division del grupo eoceno, pero Lyell no ha podido descubrir completamente las relaciones de los dos depósitos en un corte continuo. Tuomey las considera como la porcion inferior de la serie. Existe quizá una representacion de los lechos de Claiborne en los puntos donde la caliza falta, y donde predomina la sílice procedente de la descomposicion del feldspato. Se encuentran en ellos esquistos arcillosos, arenas cuarzosas, fango de un color rojo ladrillo, con venas de chert ó molar, que se explota como piedra de moler.

CAPITULO XVII.

GRUPO CRETÁCEO.

Hablemos al presente del grupo secundario superior, llamado comunmente creta, ó capas cretáceas, de la palabra latina *creta*, aplicable á esta caliza, notable en las partes de Europa donde ha sido extraida por primera vez. La diferencia marcada que existe entre los fósiles de los terrenos terciarios y de las formaciones cretáceas, ha hecho suponer por mucho tiempo, que habia pasado un gran número de siglos entre las épocas de su creacion. Fundándose en los cambios de fauna y de flora que la tierra habia sufrido entre los períodos, el tiempo que habria separado el cretáceo y el eóceno habria sido tan considerable como el transcurrido entre el eoceno y los períodos recientes, á cuya historia hemos consagrado los últimos capítulos. Se han observado en diferentes puntos, durante la mitad del último siglo, depósitos de época intermedia entre la creta blanca y la arcilla plástica con sus arenas de los distritos de París y Londres. Estos monumentos tienen para el geólogo el mismo interés que ciertos hechos de épocas intermedias para los que se ocupan de la historia de las naciones; unos y otros esparcen cierta luz sobre las edades de timebras precedidas y seguidas de otras edades, cuyos anales nos son comparativamente mucho mejor conocidos. Pero estos monumentos geológicos nuevamente descubiertos, estan lejos de llenar el vacío que existe; algunos se unen muy de cerca al eoceno; otros al tipo cretáceo; ninguno parece, al menos hasta el presente, poseer un carácter bastante distinto para obtener un puesto independiente en la gran serie cronológica.

En el número de estas formaciones intermediarias estan las arenas del Thanet (Prestwich). A la misma serie terciaria pertenecen tambien las divisiones belgas que Dumont llama landenianas y heersiannas, divisiones probablemente mas antiguas que las arenas de Thanet. Por otra parte, las calizas de Maestricht y de Faxoe, se unen mas estrechamente á la creta, á la cual autoridades poderosas en Francia, han referido recientemente la caliza pisolítica.

Los lechos del landeniano inferior de Bélgica, se componen de margas y de arenas que contienen frecuentemente una gran cantidad de tierra verde, llamada *Glauconia*. Se ven estos lechos en Tournay, en Angres cerca de Mons, y en Orp-le-Grand, Lincent y Landen, en la antigua provincia de Hesbaye, donde producen una piedra de construccion muy duradera y de una ligereza que hace muy fácil su transporte. Algunas raras conchas de los géneros *Pholadomya*, *Scalaria* y otros, se refieren específicamente á los fósiles de las arenas de Thanet; otros, como la *Astarte inæquilatera*, Nyst, son especies particulares. En la piedra de construccion de Orp-le-Grand, se ha encontrado un *Cardiaster*, género que segun Forbes, no era todavía conocido en las rocas mas modernas que la *Creta*.

En la aldea de Heers, cerca de Waremme en Bélgica, y en Marline en el mismo canton, existe una marga ó glanconia caliza, aun mas antigua que el Landeniano inferior. Se ha clasificado generalmente en la serie cretácea, aunque nunca se haya presentado todavía bajo un aspecto verdaderamente cretáceo, es decir, con fósiles tales como la ammonita, baculita, belennita, hippurita, etc. Aunque sus conchas sean en su mayor parte especies nuevas, contiene, segun Hebert, una forma fósil eocena, la *Pholadomya cuneata*, que le asigna un puesto fijo en la serie terciaria.

Caliza pisolítica de Francia. Los geólogos se han hallado menos acordes cuando han querido determinar las relaciones cronológicas de la roca de este nombre, que se encuentra en los alrededores de París, al Norte, al Mediodía y al Este como al Oeste, por ejemplo, entre las Virtudes y Laversine, entre Meudon y Montereau. Se presenta generalmente bajo la forma de una caliza grosera, de color amarillento ó blanquecino, cuyo espesor total es de unos 30 metros. Su extension geográfica, segun Hebert, no tiene menos de 180 kilómetros de Este á Oeste, y 150 de Norte á Mediodía. No se la encuentra sobre esta extension de país mas que en pedazos pequeños que reposan en estratificacion discordante sobre la creta blanca. En un principio fue considerada por Beaumont como cretácea, porque lo mismo que la creta, habia sufrido una desnudacion anterior al período eoceno; pero fundándose en el exámen de cincuenta y cuatro especies fósiles, varios paleontólogos, entre ellos Orbygy, Deshalles y Arclinac, han declarado que su carácter era decididamente mas terciario que cretáceo. Mas recientemente, Hebert, habiendo encontrado en Montereau, en la misma roca pisolítica, una especie cretácea, el *Pecten quadricostatus*, al lado de otros fósiles comunes á la creta de Maestricht y á la caliza de baculitas del Cotentin, en Normandía, ha considerado esta formacion como un miembro superior del grupo cretáceo. El *Nautilus Danicus*, y otras dos ó tres especies halladas en la misma roca, se encuentran

frecuentemente en la de Jaxœ en Dinamarca; pero hasta el presente no se han encontrado en ella ninguno de los géneros ammonita, hamita, scafita, turrilita, baculita ó hippurita. Es preciso confesar que la proporcion de las especies particulares, muchas de las cuales tienen un aspecto terciario, es considerable, y la gran corrosion que las aguas han hecho sufrir á la creta blanca antes de la formacion de la caliza pisolítica, es otra prueba de largo intervalo de tiempo que ha separado los dos depósitos. Se puede sin embargo considerar la formacion pisolítica como de edad un poco mas próxima á la época secundaria que la roca de Maestricht.

Debe observarse que todas las capas arriba designadas, desde la arena de Thanet hasta la caliza pisolítica inclusive y aun la roca de Maestricht, presentan señales de desnudacion experimentada en diferentes épocas, posteriormente á la consolidacion de la creta blanca. Este hecho puede explicar hasta cierto punto el vacío notable que se observa en la serie de las rocas de Europa entre las épocas secundaria y terciaria; un gran número de capas que existia en otro tiempo habran sido sin duda arrebatadas.

CLASIFICACION DE LAS ROCAS CRETÁCEAS.

Se divide generalmente el grupo cretáceo en series superior é inferior, comprendiendo cada una de ellas varias subdivisiones caracterizadas por fósiles particulares, que conservan á veces en vastas extensiones un carácter mineral uniforme. La serie superior es designada frecuentemente con el nombre de *Creta*, y la inferior con el de *Green sand* (*Gres verde*). Esta última denominacion procede del color verde producido en ciertas capas por la presencia de granos de materia clorítica. La tabla siguiente comprende las subdivisiones mas comunmente adoptadas.

CRETÁCEO SUPERIOR.

A. 1. Capas de Maestricht y caliza de Faxoe.
2. Cretácea blanca con pedernal.
3. Creta margosa ó creta gris ligeramente arcillosa.
4. Gres verde superior con lechos accidentales de chert y marga cloritada (*creta cloritada* de los autores franceses) en la parte superior.
5. Gault comprendiendo en él las capas de Blackdown.

CRETÁCEO INFERIOR (ó *Neocomiano*).

B. 1. Gres verde inferior. Greensand, Ironsand, arcilla y lechos accidentales de caliza (rag de Kent).
2. Capas wealdianas, ó arcilla de Weald y arenas de Hastings.

Capas de Maestricht. Cerca de las orillas del Mosa en Maestricht, reposa sobre la creta blanca ordinaria con pedernal una formacion caliza de unos 30 metros de espesor, cuyos fósiles forman un conjunto particular y se distinguen de las especies terciarias. Algunos son comunes á la creta blanca inferior; por ejemplo, el *Belemnites mucronatus* (fig. 201) y el *Pecten quadricostatus* que varios geólogos consideran como una simple variedad de *Pecten quinquecostatus* (fig. 216). Ademas de la belemnita, hay otros géneros tales como la baculita y la hamita, que nunca se encuentran en capas mas modernas que la creta, pero que se hallan frecuentemente en las de Maestricht. Por otra parte, se observan las *Voluta, Fasciolaria* y otras univalvas que no existen ordinariamente mas que en las capas terciarias.

En el monte Saint-Pierre, en uno de los arrabales de Maestricht, la parte superior de estas capas se presentan en un espesor de unos 6 metros y abunda en corales y en briozoarios que se separan fácilmente de la ganga. A esta parte superior sucede una caliza blanda y amarillenta de unos 15 metros de espesor, de donde se extraen piedras de construccion. Hácia sus hiladas inferiores es mas blanca y contiene accidentalmente nódulos de calcedonia.

Bosquet y Lyell que han examinado esta formacion, han observado una faja de creta de 0m, 050 á 0m, 100 de espesor que contiene tierra verde y numerosos troncos de encinas; esta faja traza una línea de demarcacion entre las capas que contienen los fósiles particulares de Maestricht y las de la creta blanca inferior. Esta última division se distingue por lechos regulares de pedernales negros, nodulosos, y por algunas conchas tales como la *Terebratula carnea* (fig. 212) que faltan absolutamente en los lechos superiores á la faja verde. Algunos de los restos orgánicos que han hecho célebre el monte de Saint-Pierre se encuentran encima y debajo de esta faja de division; se distingue entre ellos el grande reptil marino *Moscsaurus* (fig. 193), saurio que podria tener siete metros de largo, y del cual se ha encontrado el cráneo y una gran porcion del esqueleto. Estas especies de restos se observan principalmente en la piedra de sillería blanda que constituye el miembro principal de los lechos de Maestricht. En el número de los fósiles comunes á la creta de Maestricht y á la creta blanca, se puede citar el equinodermo representado en la fig. 194.

Lyell ha observado pruebas de una desnudacion anterior á la creta blanca en el lecho inferior de la formacion de Maestricht, en la aldea de Jendrain á unos 48 quilómetros S. O. de esta ciudad; en dicha localidad la base del depósito mas nuevo consiste principalmente en una capa de pedernales de la creta, rodados, negros, en medio de los ejemplares perfectamente conservados de *Thecidea radians* y de *Belemnites mucronatus*.

Creta de Faxoe. En la isla de Seeland, en Dinamarca, el miembro mas nuevo de la serie cretácea observada en las quebradas de Stevensklint, donde reposa sobre la creta blanca con pedernal, es una caliza amarilla que se usa para las construcciones de Eaxoe; se compone de corales mas distintos aun que los de los bancos de corales modernos. Los trabajos de cantera descienden á una profundidad de mas de 12 metros, pero el espesor total es desconocido. Las conchas se hallan en su mayor parte en estado de moldes; un gran número pertenecen á moluscos univalvos muy raros en la creta blanca de Europa. Son dos especiesde *Cyprœa* una de *Oliva*, dos de *Mitra*, cuatro de *Cerithium*, seis de *Fusus*, dos de *Trochus*, dos de *Patella*, una de *Emarginula*, etc.; en suma, mas de treinta univalvas spiroideas ó pateliformes. Algunos univalvos que las acompañan, asi como equimodermos y zoófitos, son enteramente idénticos con los fósiles de la verdadera serie cretácea. Entre los cefalopodos de Faxoe, debemos mencionar los *Baculites Jaujasii* y *Belemnites mucronatus* conchas de la creta blanca. El *Nautilus danicus* (fig. 195) es característico de aquella localidad; tambien se observa en Francia en la caliza pisolítica de Laversine, en el departamento del Oise.

Se encuentran en la piedra de Faxoe patas y cabezas enteras de un cangrejo pequeño *Brachyurus rugosos* (Scholottheim); crustáceos semejantes se encuentran en la roca de los arrecifes madrepóricos modernos. Algunas partes de esta última formacion coralina consisten en creta blanca terrosa que evidentemente ha sido producida al mismo tiempo que la masa. Este hecho no carece de cierta importancia, porque se relaciona con la teoría del orígen de la

creta blanca; la descomposicion de corales análogos á los de Faxoe, ha podido presentar un limo blanquecino que no podria distinguirse de la creta, y que se habrá dispersado á larga distancia fobre el fondo del Océano donde existian arrecifes de igual naturaleza.

Creta blanca. Los lechos de creta mas elevados en Inglaterra y en Francia, consisten en una masa pura y blanca de caliza, ordinariamente demasiado blanda para las construcciones, pero que adquiere á veces cierta solidez. Esta roca se halla formada casi en totalidad de carbonato de cal; su estratificacion es frecuentemente oscura, excepto cuando está señalada por fajas de pedernal, que á veces tienen algunos centímetros de espesor, son continuas en superficie ó mas frecuentemente estan formadas de nódulos y separadas por intervalos de 60 á 120 centímetros.

A esta creta superior sucede ordinariamente en el órden descendente una gran masa de creta blanca sin pedernal despues de la cual viene la creta margosa ligeramente mezclada con materia arcillosa. En ciertos puntos del Mediodia de Inglaterra, el espesor del conjunto de las tres divisiones llega á 300 metros.

Extension geográfica y origen de la creta blanca. Es tan dilatada la superficie en que la creta blanca conserva un aspecto casi homogéneo que los primeros geólogos han desesperado de descubrir depósito alguno de fecha reciente que les sea análogo. Se puede seguir la creta pura hácia el Noroeste y Sudeste, desde la Irlanda septentrional hasta la Crimea en una longitud de cerca de 1500 quilómetros y á través de esta direccion, desde la Suecia meridional hasta el Sur de Burdeos, en otra longitud de mas de 1100 quilómetros. En la Rusia meridional, segun Murchison, esta roca llega algunas veces á un espesor de 180 metros y posee los mismos caracteres mineralógicos que en Francia y en Inglaterra; contiene tambien los mismos fósiles: *Inoceramus Cuvieri*, *Belemnites mucronatus* y *Ostrœa vesicularis*.

Pero aunque ocupe en un espesor mayor ó menor, dilatadas extensiones, seria un error el creer que la creta ha existido siempre sin interrupcion en la superficie cuyos límites acabamos de trazar. Basta echar una ojeada sobre las regiones del Pacífico donde abundan los arrecifes de corales, para observar en ellas ciertos archipiélagos como el Peligroso y el Radack, asi como los diferentes grupos vecinos que se extienden en una longitud de 1700 á 2000 quilómetros y en una anchura de 600. El espacio á que Flinders ha propuesto dar el nombre de Mar de Coral es aun mas extenso, porque está limitado al Este por la barrera australiana, formada enteramente de roca de coral, el Oeste por la Nueva Caledonia, y al Norte por los arrecifes de la Luisiada. Aunque las islas se hallen bastante separadas en aquellos parages, el lodo que resulta de la descomposicion de los zoófitos puede ser arrastrado muy lejos por las corrientes del Océano. Ya hemos indicado la semejanza de este fango con la creta, y hemos hecho observar que ciertas porciones de la creta que á primera vista parecen totalmente desprovistas de restos orgánicos, se manifiestan bajo el microscopio llenas de fragmentos de corales, de briozoarios, de esponiarios, de valvas de entomostraceos, de conchas de foraminíferos y de infusorios aun mas pequeños.

Antes de estas observaciones, se habia sospechado que la creta podia ser de orígen animal, aun cuando se hubiera borrado en ella toda señal de estructura orgánica. Esta atrevida idea se fundaba en parte en el hecho de que la creta consiste en carbonato de cal enteramente semejante al producto de los detritus de los testáceos, de los equinodermos y de los corales; se fundaba tambien en el paso á la creta que se observa en estos fósiles cuando se hallan medio descompuestos. Pero esta hipótesis pareció á muchos naturalistas vaga é imaginaria, hasta el momento en que nuevos descubrimientos vinieron á confirmarla.

Se sabe por las descripciones del capitan Nelson, que existen en las islas Bermudas y en las de Bahama, varias cuencas ó lagunas rodeadas y casi cerradas por arrecifes madrepóricos. En el fondo de estas cuencas se deposita un fango calizo, blanco, blando, que resulta no solo de la trituracion de las coralinas, de los corales, de los despojos de foraminíferos, de moluscos, de equinodermos y de crustáceos, sino tambien, como Darwin lo ha observado estudiando las islas de corales del Pacífico, de la materia fecal arrojada por los equinodermos, el strombo gigante y los peces coralófagos. En los mares de las Indias occidentales, el strombo (*S. gigas*) ofrece un abundante tributo al lodo cretáceo por el depósito de sus bolas fecales compuestas de granos menudos de materia caliza desmoronadiza que presenta una especie de estructura orgánica. Darwin ha descrito peces societarios del género *Scarus*, que ha visto en legiones numerosas en las aguas claras de los arrecifes del Pacífico, royendo pacíficamente corales vivos, de la misma manera que los cuadrúpedos herbívoros ramonean el césped. Sus intestinos, cuando se les abre, estan llenos de creta impura. Esta circunstancia tiene interés si se recuerda lo perplejos que se encontraron los paleontólogos cuando por primera vez encontraron en la creta, ciertos cuerpos que llamaron en un principio *conos de alerces* y en los cuales Buckland hizo ver despues excrementos de peces. Estos coprolitos en espiral (fig. 196) estan, como las escamas y los huesos de peces fósiles de la creta, compuestos principalmente de fosfato de cal.

En las islas Bahama, el Angel de mar (*Cephalopterus*), el unicornio (*Chætodon*) y algunos otros se alimentan de peces de escamas ó de corales.

Se puede observar hoy dia un fango que tiene este orígen en los Atolles de las Maldivas; es arrastrado por estrechas aberturas, de las cuencas interiores de los arrecifes hácia el Océano, y colorea las aguas del mar hasta una distancia grande. Una vez desecado, es bastante semejante á la creta ordinaria; si se le sometiera á una presion mediana, la semejanza se haria probablemente mas completa.

Dana, en su descripcion del arrecife madrepórico de Oahu, en las islas Sandwich, dice que ciertas variedades de la roca se componen de conchas empastadas en una caliza compacta de consistencia tan sólida como una caliza secundaria, mientras que otras variedades se parecen á la creta, presentando su color, su fractura terrosa, su testura homogénea, su poco de dureza y dan tambien una buena piedra para escribir. El mismo autor ha descrito varios arrecifes de coral que hoy dia estan creciendo, en los cuales se deposita una creta imposible de distinguir de la creta antigua. Lo que favorece sobre todo la extension en anchas superficies sub-marinas de los elementos calizos de la creta, asi como de los fósiles que se hallan sepultados en ella, es la poca densidad de las conchas de moluscos y de zoófitos comparada con la de la arena ordinaria y de la materia mineral. El lodo que resulta de la descomposicion de estos fósiles, es igualmente mas ligero que el lodo arcilloso é inorgánico y mas fácilmente transportable por las corrientes, sobre todo en el agua salada.

Piedras aisladas en la creta. Ya hemos indicado la ausencia habitual de arena y piedras en la creta blanca; pero la circunstancia de encontrarse esparcidas en el Sudeste de Inglaterra piedras de cuarzo y de esquisto verde, ha excitado con razon la sorpresa de los geólogos. Si las olas del mar y las corrientes son las que han acarreado estas piedras de las tierras que imitaban en otro tiempo el mar cretáceo á los puntos donde se encuentran hoy, ¿cómo es que al mismo tiempo no han arrastrado limo ni tierra á dichos pun-

tos? Tampoco podriamos admitir que estos cantos rodados hubieran sido transportados por el hielo como los peñascos erráticos, porque este transporte haria suponer la existencia de un clima frio durante el período cretáceo, su posicion que no se aviene con el desarrollo extraordinario de los grandes univalvos, de los abundantes corales, de los peces y de otros fósiles de formas propias de los trópicos.

Cerca de la isla de Keeling, una de las masas aisladas de coral que se elevan en el Océano Pacífico, el capitan Ross ha observado un fragmento desprendido de greenstone (afanita) en el seno de rocas que eran enteramente calizas; Darwin dedujo que este fragmento debió ser conducido hasta el sitio que hoy ocupa por algun árbol grande en cuyas raices se habria enredado. Chamisso, el eminente naturalista que acompañó á Kotzebue, refiere que los habitantes del archipiélago de Radack, grupo de islas de lagos salados interiores situados en medio del Pacífico, sacan las piedras de afilar sus instrumentos de las raices de los árboles que vienen á encallar en la playa.

Se objetará quizá que semejante transporte no ha podido verificarse en el mar cretáceo, puesto que los árboles fósiles son raros en la creta. Se encuentran sin embargo en estado friable ó silíceo, precisamente en los puntos mismos donde existen piedras; tienen todas las trazas de haber flotado hasta cierta distancia, porque se hallan ordinariamente agujereados por moluscos litófagos como el tareto y la fistulana.

El otro único modo de transporte que puede admitirse es el operado por plantas marinas. El doctor Beek refiere que en el Lym-Fiord (Jutland) el *fusus vesiculosus* llega algunas veces hasta 3 metros, y que sus frondas, partiendo de una sola raiz forman una masa de algunos metros de diámetro. Cuando estas frondas se hallan extendidas son bastante ligeras para que en su superficie puedan flotar piedras de cierto tamaño y hallarse asi transportadas á bastante altura sobre la ribera. El *fucus giganteus* de Solander (*Macrocystis pyrifera*), tan comun en la Tierra del Fuego, llega segun el doctor Hooker á la longitud de 213 metros, aunque su tallo no sea nunca mas grueso que el pulgar; se encuentran frecuentemente troncos que acarrean conchas á una distancia de algunos centenares de quilómetros de la region donde vegetan estos fucus. Darwin refiere que durante el viaje del *Beagle* en 1834, ha encontrado en los brazos interiores del mar de la Tierra del Fuego algunas de estas plantas á las cuales se adherian tan fuertemente grandes piedras desprendidas que hubo necesidad de sacarlas juntas del fondo del agua. Estas piedras eran tan pesadas, que una persona sola apenas podria levantarlas. Plantas marinas se encuentran en la formacion cretácea, pero hasta el presente, ninguna ha ofrecido dimensiones tan considerables.

Aunque los cantos rodados son raros en la creta blanca de Inglaterra y de Francia, no deberia deducirse que no se haya formado alguna acumulacion contemporánea de arena, de guijo y de arcilla en los mares europeos; el gres silíceo, llamado *Guader* superior por los alemanes, cubre una creta silícea blanca, ó *planerkalk*, que se parece por su composicion y sus restos orgánicos á la marga cretácea de la serie inglesa. Este gres contiene todas las conchas fósiles, comun á nuestra creta blanca, que puede esperarse encontrar en un fondo de mar compuesto de materiales tan heterogéneos, algunas veces á 180 metros de espesor y por su estratificacion y sus escarpes verticales, contribuye en su mayor parte al efecto pintoresco de la Suiza sajona en las cercanías de Dresde.

PEDERNAL DE LA CRETA. El orígen de los lechos de pedernal dispuestos en fajas continuas ó en nódulos es mas difícil de explicar que el de la creta blanca. Ningun producto silíceo del mismo género se ha encontrado hasta ahora con el limo cretáceo en los arrecifes de corales modernos. Los pedernales abundan principalmente en la Creta superior, y se hacen mas raros ó concluyen por faltar del todo á medida que se desciende; esta regla sin embargo no es absoluta en toda Europa. Una porcion de la sílice ha podido proceder de la descomposicion de las esponjas y otros zoófitos de esqueleto silíceo, porque es sabido que las spiculas ó partes sólidas de diferentes esponjas se encuentran muchas veces en los nódulos de pedernal y han servido por lo menos de puntos de atraccion á la materia silícea cuando esta se separaba del lodo cretáceo durante la solidificacion. Hay todavía otros manantiales de sílice; las aguas del Océano por ejemplo tienen en disolucion este principio ofrecido por la descomposicion de las rocas feldspáticas; por otra parte, si se pudieran enfriar en el momento de mezclarse con las aguas del mar las aguas que manan de su fondo y especialmente las que gozan una temperatura elevada, se precipitaria de ellas fácilmente la materia silícea. No obstante la presencia de lechos de pedernales nodulosos ó tubulares en la creta blanca á tantos niveles distintos, implica una accion periódica que se habia verificado en dilatadas extensiones del Océano, pero que no es fácil explicar. Parece que cada acumulacion sucesiva de sedimento calizo silíceo haya tenido tiempo de solidificarse en parte y sufrir una nueva disposicion de sus elementos antes que la capa posterior haya llegado á formarse; esta explicacion ha sido propuesta por el doctor Buckland.

Una dificultad mayor resulta de la presencia de ciertos pedernales gruesos ó *pot-stones* (piedras ollas) como se los llama en el Norfolk, aislados unos de otros ó dispuestos en columnas casi continuas, que atraviesan en ángulos rectos los lechos ordinarios horizontales de los pedernales pequeños. Lyell manifiesta haber visitado en 1825, varias canteras abiertas á lo largo del rio Bure, cerca de Horstead á unos 9 quilómetros de Norwich; dichas canteras dan un corte de la creta blanca continuo en una longitud de 400 metros y con un espesor de 8 metros; esta roca estaba cubierta de un lecho importante de guijo. Los pot-stones, de los cuales un gran número afectaban la forma de pera tenian habitualmente noventa centímetros de altura por 30 de anchura, y se presentaban en líneas paralelas como otros tantos pilares separados desigualmente unos de otros como puede verse en la fig. 197. Estas líneas no terminaban por la parte inferior á ninguna de las profundidades á que dicho autor pudo seguirlos; tampoco terminaban por la superior excepto en los puntos en que eran cortadas bruscamente por el lecho de guijo. Syell rompió algunas de aquellas piedras para examinar su interior y encontró un núcleo cilíndrico de creta pura mucho mas dura que la creta que forma la roca inmediata y menos desmoronadiza que esta, cuando se la esfolia por los efectos del aire libre. A 800 metros de este punto, los pilares verticales estaban mas separados unos de otros. El doctor Buckland ha descrito fenómenos muy análogos que caracterizan á la creta blanca en la costa de Antrim en Irlanda.

FÓSILES DEL TERRENO CRETÁCEO SUPERIOR.

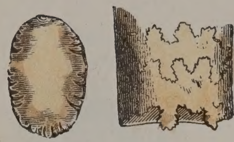
Entre los fósiles de la creta blanca, los equinodermos son muy numerosos, y algunos géneros como el *Ananchytes* (fig. 198) son exclusivamente cretáceos. En los crinoideos, el género *Marsupites* (figura 205) es característico. Los cefalópodos ó univalvos tabicados de los géneros Ammonita, Scafita, Belemnita (fig. 201), Baculita (fig. 202, 203 y 204), y Turrilita (fig. 207 y 208), así como otras formas inmediatas á las anteriores, difieren extraordinariamente de los testáceos de la misma clase pertenecientes á los períodos terciario y moderno.

Geologia.

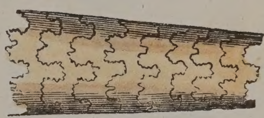
197



203



204



205



201



202

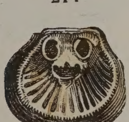


208 a

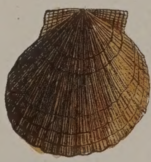


b

214



215



216



209



210



212



213



197. Vista de una cantera de creta de Horstead, indicando la posicion de los pot-stones.—201. *a*, *Belemnites mucronatus*; *b*, el mismo presentando la estructura interior.—202. *Baculites anceps*, gres superior ó marga cloritica, *creta cloritada*.—203. Porcion del *Baculites Faujasii*; capas de Maestricht y de Faxoe.—204. Porcion del *Baculites anceps*; capas de Maestricht y de Faxoe.—205. *Marsupites Milleri*, creta blanca.—208. *a*, fragmento de *Turrilites costatus*, de la marga cretácea; *b*, el mismo presentando el borde dentado de los tabiques.—209. *Terebratula Defrancii*.—210. *Terebratula octoplicata*.—212. *Terebratula carnea*.—213. *Terebratula biplicata*.—214. *Crania Parisiensis*, valva inferior adherente.—215. *Pecten Beaveri*, reducido á un tercio.—216. *Pecten quinquecostatus*.

Geologia.



207. *Turrilites costatus.*—206. *Scaphites æqualis.*—211. *Terebratula pumilus.*—217. *Plagiostoma Hoperi.*—218. *Plagiostoma spinosum.*—219. *Inoceramus Lamarckii.*—220. *Ostræa vesicularis* ó *Gryphœa globosa.*—221. *Ostræa columba* ó *Gryphœa columba.*—223. *Radiolites Mortoni;* dos individuos privados de sus valvas superiores, adheridos uno á otro.—224. Los mismos vistos por encima.—225. Corte transversal de una porcion de la pared de la concha aumentada para presentar la estructura.—226. Corte transversal de la misma.—227. *Eschara disticha.* *a*, tamaño natural; *b*, porcion aumentada.

Geologia.

230



222



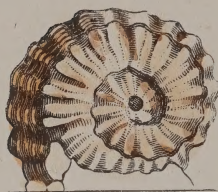
a 236 b



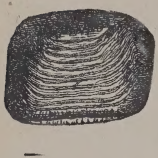
237



234

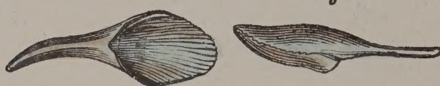


232

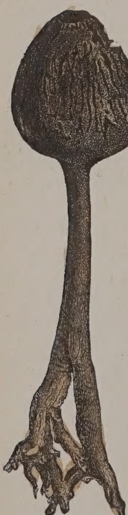


233

a b



231



232 1/2



229



222. *Ostræa carinata.*—229. *Ventriculites radiatus* ú *Occellaria radiata.*—230. Esponja ramosa de un pedernal de la creta blanca. —231. *Siphonia pyriformis.*—232. *Diente palatino* del *Ptychodus decurrens.*—232 1/2. *Cestracion Phillippi*, vivo.—233. *a*, *Terebratula lyra*; *b*, la misma vista de perfil.—234. *Ammonites Rhotomagensis.*—236. *a*, *Radiolites radiosus*; *b*, valva superior del mismo.—237. *Radiolites foliaceus.*

Geologia.



228. *Escharina oceani*; *a*, tamaño natural; *b*, porcion aumentada.—235. *Hamites spiniger*.—238. *Hippurites organisans*; *a*, individuo jóven en estado de completo desarrollo; *b*, cara superior de la valva superior, que presenta una disposicion reticulada en los puntos *b* donde se ha quitado la corteza exterior; *c*, extremidad superior, ó abertura de la valva inferior; *d*, molde interior de la valva cónica inferior.—239. *Perna Mulleti*; *a*, exterior; *b*, porcion de charnela de la valva superior.—241. *Nautilus plicatus*.—242. *Trigonia caudata*.—243. *Gervilia anceps*.—244. *Terebratula sella*.—245. *a*, *b*, diente del *Iguanadon Mantelli*.

Entre los Braquiópodos de la creta blanca abundan las *Terebratulas*. Es sabido que estas conchas viven en el fondo del mar en las aguas tranquilas y bastante profundas (fig. 209 á 213). Se encuentran asociadas con algunas especies de ostras (fig. 220 á 222)) y otros bivalvos (fig. 214 á 218).

Ninguna forma de molusco bivalvo caracteriza de una manera palpable á la era cretácea en Europa, en América y en la India, que el género *Inoceramus* (*Catillus*, Lam., fig. 219); las conchas de este género se distinguen por una testura fibrosa, y frecuentemente no se encuentran mas que en estado de fragmentos, lo cual prueba que eran muy quebradizas.

De la singular familia llamada *Rudistos* por Lamarck y que mas adelante mencionaremos como característica de la creta en la Europa meridional, no se ha descubierto hasta el presente mas que un solo representante (fig. 223) en la creta blanca de Inglaterra.

A los moluscos se asocian diferentes briozoarios tales como *Schara y Scharina* (figs. 227 y 228) igualmente marinos, y que en su mayor parte indican un mar profundo. Estos cuerpos orgánicos y otros, especialmente esponjas, tales como el *Ventriculites* (figura 229) y *Siphonia* (fig. 231), se encuentran indiferentemente en la creta blanca ó en los pedernales duros; algunos de los nódulos silíceos deben su irregularidad á las esponjas que contienen, como lo demuestra la fig. 230 *a*, en la cual existen huecos exteriores debidos á las ramas de una esponja que ha puesto en descubierto la fractura del nódulo (figura 230 *b*.)

Los restos de peces en las formaciones cretáceas superiores, consisten principalmente en dientes de la familia de los tiburones, y se refieren á géneros, de los cuales unos son comunes al terreno terciario, y otros son distintos de este terreno. A estos últimos pertenece el género *Ptychodus* (fig. 232) muy próximo al tiburon actual de Puerto Jackson, *Cestracion Phillippi*, cuyos dientes anteriores (fig. 232 $^1/_2$ *a*), son agudos y cortantes, mientras que los dientes posteriores ó palatinos *b* son planos y análogos al fósil (fig. 232.)

Se observa en esta division una ausencia completa de osamentas de animales terrestres, de conchas terrestres ó fluviátiles, y de plantas diferentes de las marinas; en diferentes puntos se encuentran algunos pedazos de madera que han flotado. Todas estas indicaciones conducen á creer, que la creta blanca se ha formado en un mar abierto de considerable profundidad. La existencia de tortugas y saurios ovíparos, asi como de un pterodáctilo ó lagarto alado en la creta blanca de Maidstone, indica necesariamente la proximidad de alguna tierra, de islotes diseminados en el Océano como la Ascension, tan frecuentada en otro tiempo por tropas emigrantes de tortugas y que habrán servido de retiro á estos animales para depositar sus huevos en la arena; en cuanto á las especies volantes, habran sido arrastradas por los vientos al mar. La vegetacion de esta clase de islas, es poco conocida, pero debia componerse en parte de cicádeas, porque el capitan Ibbetson ha encontrado en la marga creta cerca de la isla de Wight, un ejemplar perteneciente á esta familia, y que Brongniart ha referido al *Clathraria Lyellii*, Mantell, especie comun al período Wealdiano.

Gres verde superior. En el Sur de Inglaterra, la creta inferior sin pedernal pasa gradualmente por abajo á una caliza arcillosa ó marga cretácea, en la cual aparecen las ammonitas y otros cefalópodos tan raros en el seno de las partes superiores de la serie. A este depósito margoso suceden capas llamadas gres verde superior que contienen partículas verdes arenosas de un mineral clorítico. En ciertos puntos del Surrey, la materia caliza se halla en gran proporcion y forma una roca llamada Firestone (piedra de fuego). En las quebradas de la costa meridional de la isla de Wight, este gres verde superior presenta un espesor de 30 metros, y contiene fajas de caliza silícea y de gres calizo con nódulos de Chert.

Austen y Sharpe consideran el gres verde superior como un depósito litoral del Océano cretáceo, contemporáneo por consiguiente de una parte de la marga cretácea, y aun quizá de una parte de la creta blanca. En efecto, cuando las tierras bajaron y el mar cretáceo extendió sus límites, continuaron depositándose limo blanco y arena clorítica; pero la línea de ribera debió variar continuamente de posicion, y aunque el depósito de arena y de limo fuera simultáneo y se efectuara, el del uno cerca de las costas, y el del otro, á cierta distancia, donde quiera que la playa se halló sumergida, la arena pudo constituir el depósito inferior.

Gault. El miembro inferior del grupo cretáceo superior que en el S. E. de Inglaterra llega ordinariamente á 30 metros de potencia, ha recibido el nombre de *gault*. Es una marga de color azul oscuro, algunas veces mezclada con gres verde y que contiene entre otros fósiles varias formas particulares de cefalópodos, tales como *Hamita* (fig. 235) *Scaphita*. Aunque esta formacion presente un espesor comparativamente pequeño, se la sigue en Europa hasta muy grandes distancias, hasta los Alpes por ejemplo.

Las *capas de Blackdown* en el Dorsetshire, célebres por varias especies de fósiles que no se encuentran en ninguna otra localidad, han sido generalmente referidas al gres verde superior y que se le parecen por su carácter mineralógico; pero Sharpe las considera con razon como un equivalente del gault, y cree que se han formado á lo largo de una costa, en cuyos puntos mas profundos se depositaba el limo fino llamado gault. Varias de las especies fósiles de Blackdown como la *Trigonia caudata*, son comunes al cretáceo inferior. Archiac asegura, que en Francia, en Mons y en el valle del Loira, se encuentran ciertas capas de gres verde, contemporáneas de las de Blackdown, y que contienen un gran número de fósiles idénticos. Dicho autor considera esta formacion como igualmente de origen litoral.

El fosfato de cal que se encuentra en Farnham, en el Surrey, en tal abundancia, que la agricultura le usa como fiemo, existe exclusivamente, segun Austen, en el gres verde superior y el gault. Sin duda alguna es de orígen animal, y resulta en parte de coprolitos de peces.

CALIZA DE HIPURITAS.

Diferencia entre la creta del Norte y la del Mediodia de Europa. Con ayuda de los tres caracteres que sirven para distinguir la edad relativa á saber; la superposicion, la naturaleza mineralógica y los fósiles, el geólogo puede atrevidamente referir al mismo período cretáceo ciertas rocas del Norte y del Mediodía de Europa que difieren sin embargo de una manera notable por sus restos orgánicos, su composicion y su estructura.

Si tratamos de seguir los depósitos cretáceos desde la Inglaterra y la Francia hasta el litoral del Mediterráneo, veremos en primer lugar, que la creta y el gres verde de las cercanías de Londres y de París forman una gran masa contínua, porque el paso de Calais no es despues de todo mas que un valle flanqueado, por quebradas cretáceas en ambos lados. Despues notaremos, que la masa principal de creta que rodea á París, se extiende desde Tours á Poitiers.

Entre Poitiers y la Rochela, hay un espacio que separa dos regiones cretáceas. Está ocupado por la oolita, y algunas otras formaciones mas antiguas que la creta; Beaumont supone que formaba en otro tiem-

po una isla en el mar cretáceo. Al Mediodia del mismo espacio, se encuentra una formacion que puede asimilarse por sus caracteres mineralógicos á la creta aunque en ciertos puntos la roca pasa á la estructura oolítica. Los fósiles de esta formacion y los de la creta, son en suma perfectamente semejantes, sobre todo ciertas especies de los géneros *Spatangus*, *Ananchytes*, *Cidarites*, *Nucula*, *Ostrœa*, *Gryphœa* (*Exogyra*), *Pecten*, *Plagiostoma* (*Lima*), *Trigonia*, *Catilus*, (*Inoceramus*) *y Terebratula*. Pero como lo hace observar Archiac, las ammonitas de que tantas especies se encuentran en la creta del Norte de Francia, son siempre muy raras en la region del Sur; los géneros *Hamita*, *Turrilita y Scaphita*, y quizá tambien la *Belemnita*, faltan totalmente.

Por otra parte, ciertas formas comunes en la region meridional de Francia, son raras ó faltan totalmente en la region septentrional, particularmente varias *Hipuritas*, *Esferulitas* y otros individuos de la gran familia de los *Rudistos* (Lamarck), la cual no tiene ningun representante en la creacion viviente, pero caracteriza enteramente las rocas cretáceas en el Mediodía de Francia, en España, en Sicilia, en Grecia, y en otras comarcas inmediatas al Mediterráneo.

La especie llamada *Hippurites organisans* (figura 238), es mas abundante que ninguna otra en el Mediodía de Europa; el geólogo debe pues familiarizarse con la forma representada por el molde *d*, mucho mas comun en diferentes mármoles compactos del período cretáceo superior que la concha misma, la cual á veces ha desaparecido totalmente. Las acanaladuras y costillas redondeadas, lisas, longitudinales de la forma interior en esta especie de hipurita, son enteramente diferentes de las del exterior, y llegan en algunos individuos á grandes dimensiones en longitud y latitud.

En la region cretácea sobre que está situada Perigueux, y los Pirineos, existe otro espacio ocupado por capas terciarias que ocultan las rocas cretáceas, excepto en los puntos en que estas han sido puestas á descubierto por la destruccion de las formaciones mas recientes. En estos puntos las rocas cretáceas presentan aun todos los caracteres particulares de la creta blanca pero se hallan penetrados de granos verdes. Hasta Tercis, sobre el Aduor, cerca de Dax, Grateloup ha encontrado en el seno de las capas el *Ananchyte ovata* y otros fósiles de la creta de Inglaterra, al mismo tiempo que *Hipuritas*.

ROCAS CRETÁCEAS EN LOS ESTADOS-UNIDOS.

Si nos trasladamos al continente de América, encontraremos en el Estado de Nueva Jersey una serie de capas arenosas y arcillosas que difieren completamente de nuestro sistema cretáceo superior, y que podriamos sin embargo, bajo el punto de vista paleontológico, clasificar en la misma division. Morton y Conrad, que han estudiado los fósiles de estas capas en 1834, han juzgado que las capas eran en general de la misma edad que la creta y el gres verde de Europa. La formacion consiste principalmente en gres verde y marga verde que cubre una caliza coralina de un amarillo pálido; los fósiles se refieren en su mayor parte á los de nuestras series europeas, desde los lechos de Maestricht hasta los de Gault inclusive. Lyell ha recogido, en 1841, sesenta conchas de los depósitos de Nueva Jersey; cinco de ellas eran idénticas á las especies de Europa: estas eran la *Ostrœa larva*, *O. vesicularis*, *Griphœa costata*, *Pecten quinquecostatus* y *Belemnites mucronatus*. Como algunas de estas conchas presentan en Europa un gran desarrollo en sentido vertical, no debe causar admiracion el verlas reaparecer mas frecuentemente que las otras en las regiones mas apartadas del globo.

Aun cuando las especies se diferencien, se reconoce en las formas genéricas un carácter decididamente cretáceo, como en las Baculitas, ciertas Ammonitas, el *Inoceramus* y otros varios bivalvos. Quince de las sesenta especies citadas son consideradas por Forbes como excelentes representantes geográficos de fósiles cretáceos bien conocidos en Europa. Se encontraran estas relaciones bastante íntimas si se considera que la region de los Estados-Unidos donde la formacion existe, se halla situada á 5 ó 6,000 quilómetros de la creta de la Europa central y septentrional, y que hay una diferencia de 10° de latitud entre los puntos que se comparan de una orilla del Atlántico á otra.

Los peces de los géneros *Lamna*, *Galeus* y *Carcharodon*, los reptiles del género *Mosasaurus* son comunes á las capas de Nueva Jersey y á las rocas cretáceas de Europa. A esto se agrega generalmente el *Plesiosaurus*, reptil conocido en la creta inglesa y del cual segun el doctor Harlan se encontró una vértebra en la marga cretácea de Mullica-Hill en Nueva Jersey. Pero el doctor Leidy ha demostrado que el hueso en cuestion no procedia de un saurio sino de un cetáceo. El descubrimiento de otro mamífero de la tribu de las vacas marinas (*Stenorhynchus vetus*, Leidy) en un lecho inferior de la serie cretácea de Nueva Jersey, parece mejor demostrado.

Desde Nueva Jersey la formacion cretácea se extiende al Sur, hasta la Carolina del Norte y la Georgia, atravesando por intervalos las capas terciarias entre los montes Apalaches y el Atlántico. En seguida rodea la extremidad de esta cordillera en el Alabama y el Mississipi, y vuelve por el Norte al Tennessee y al Kentucky. Se la ha reconocido en la parte alta del valle del Misuri, hácia los 48° de latitud, es decir, hácia el fuerte Mandan; de tal manera que con los límites que se le han trazado hasta hoy en la América del Norte, iguala quizá en extension á la formacion cretácea de Europa, y excede en los Estados Unidos al desarrollo de los terrenos fosilíferos de cualquiera otra edad. Esta formacion se diferencia de tal modo de la creta blanca de Europa por el carácter mineralógico, que en la América del Norte, la piedra de cal (*Limestone*) no se encuentra sino por excepcion. En el Alabama mismo un miembro calizo de este grupo compuesto de piedras margosas se parecia mas al lias de Inglaterra y de Francia que ningun otro depósito secundario de Europa.

En la base del sistema en Alabama, se han observado masas gruesas de piedras enteramente movibles procedentes de la degradacion de las rocas paleozóicas (ó carboníferas) y que no se podian distinguir del aluvion ordinario sino por su posicion; estaban cubiertas de margas donde abundaban los *Inocerámos*.

En Tejas, segun Roemer, la creta presenta ademas otro carácter litológico, y se compone en gran parte de una caliza dura silícea, pero los restos orgánicos no dejan duda alguna acerca de su edad: estos son el *Baculites anceps* y otras diez especies comunes á Europa.

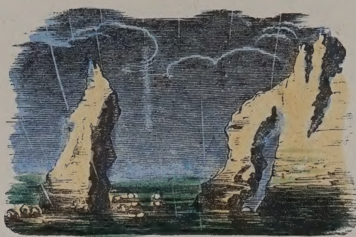
En la América del Sur, en Bogotá, Colombia y otras partes, se han descubierto capas que contienen Ammonitas, Hamitas, Inoceramos y otras conchas características.

En el Sur de la India, en Pondichery, Verdachellum y Trinconopoly, Kaye y Egerton han recogido fósiles pertenecientes al sistema cretáceo. Comparados con los de los Estados-Unidos, prueban, dice Forbes, que las causas que han impreso un sello particular á las formas de los animales marinos de este período, han prevalecido á la vez en los mares de la India, de la Europa y de la América.

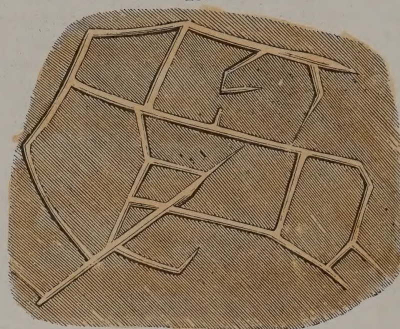
En la India, como en el Norte y Sur de América se reconoce fácilmente el carácter cretáceo, aun en, ausencia de toda identidad específica entre los fósiles,

Geologia.

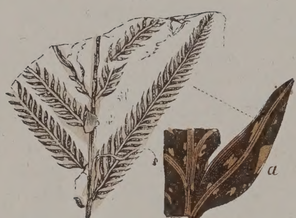
259



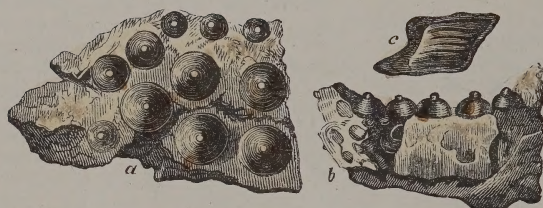
253



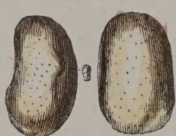
254



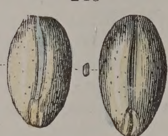
250



247



248



252



249



240



246



251



240. *Scaphites gigas* ó *Ancyloceras gigas*.—246. *a*, diente desgastado en parte de *Iguanodon Mantelli*; *b*, corona del diente en la edad adulta.—247. *Cypris spinigera*.—248. *Cypris Valdensis*.—249. Arcilla del Weald con Cypris.—250. *Lepidotus Mantelli*; *a*, paladar y dientes; *b*, los dientes vistos de lado; *c*, escama.—251. *Unio Valdensis*.—252. *Corbula alata*.—253. Cara inferior de una placa de gres de unos 0,m 90 de diámetro, en Stammerham, condado de Sussex.—254. *Sphenopteris gracilis*; *a*, porcion aumentada de volúmen.—259. Aguja y arco de Etretat, en las quebradas de la creta de Normandía. El arco tiene 30 metros de altura.

y otro tanto puede decirse en cuanto al tipo orgánico de las rocas que en Europa y en la India tocan á la creta, ya sea en el órden ascendente ya en el descendente, como las del Eoceno y de la Oolita.

CAPITULO XVIII.

FORMACIONES CRETÁCEA INFERIOR Y WEALDIANA.

Se habia dado generalmente el nombre de *Gres Verde Inferior* á la porcion de la serie cretácea mas antigua que el gault, pero se han encontrado inconvenientes en una denominacion que se aplicaba á capas de las cuales un gran número en Inglaterra y en otras comarcas de Europa carecen de partículas verdes. Ademas una subdivision del grupo cretáceo superior habia recibido igualmente el nombre de gres verde, y para evitar toda confusion se habian debido introducir en la ciencia los términos Gres Verde Superior y Gres Verde Inferior. Estas designaciones parecian indicar como valor una especie de paridad que no existe, porque el Gres Verde Inferior en la mas lata acepcion de la palabra, comprende una serie casi tan importante como el grupo cretáceo superior todo entero, desde el gault hasta las capas de Maestricht inclusive, mientras que el Gres Verde Superior no es mas que un miembro subordinado de este mismo grupo. Algunos geólogos eminentes han propuesto pues reemplazar el nombre de Gres Verde Inferior por el de *Neocomiano*, atendiendo al desarrollo considerable que presentan cerca de Neuchatel (*Neocomun*) en Suiza, estas capas del Gres Verde Inferior, uno de los elementos principales de las montañas de Jura. Los mismos geólogos clasifican las capas de Weal en el *Neocomiano inferior*, clasificacion que nos parecerá racional cuando expliquemos las relaciones íntimas que existen entre los fósiles del Gres Verde Inferior y los de Weald.

El doctor Fitton en la monografía de la formacion Cretácea Inferior (ó Gres Verde) de Inglaterra, da el cuadro siguiente de la sucesion de las rocas en algunos puntos del condado de Kent:

Núm. 1.	Arena blanca amarillenta ó ferruginosa con concreciones calizas y chert.	21 metros.
2.	Arena con materia verde.	21 á 30 metros.
3.	Piedra caliza llamada Rag de Kent.	18 á 24 metros.

En su descripcion detallada del bello corte de Atherfield, al Sur de la isla de Wight, se observa la ausencia completa de caliza; en suma, las variaciones en la composicion mineral de este grupo, aun en distritos contiguos, son muy grandes; y cuando se comparan las capas de Atherfield con las de Hythe (Kent), á una distancia de 150 quilómetros se ve que la serie en su conjunto presenta un aspecto muy diferente.

Por otra parte Forbes ha demostrado que en las sesenta y tres capas de Atherfiel, cuyo espesor total es de 275 metros, algunos fósiles se hallan esparcidos en toda la serie, y otros son particulares á tal ó cual division. Como prueba de la identidad cronológica del conjunto del sistema, ha establecido que siempre que se reproducen condiciones semejantes en las capas formadas en último lugar, reaparecen las mismas especies. Los cambios en la profundidad ó en la naturaleza mineral del lecho del mar, la presencia ó ausencia de cal ó de peróxido de hierro, la existencia de un fondo cenagoso, arenoso ó pedregoso coinciden con la expulsion de ciertas especies y el predominio de algunas otras. Pero estas diferencias de condiciones son por su naturaleza minerales, químicas y locales; no han podido producir la extincion de ciertos animales ni de ciertas plantas en un perímetro extenso. La regla que propone este eminente naturalista para reconocer el establecimiento de un nuevo órden en el mundo animado, está basada en la representacion de los géneros correspondientes de moluscos y otros seres orgánicos por especies nuevas y diferentes. Cuando las formas propias de una arena movible ó de una arcilla blanda, de un fondo calizo ó pedregoso, dé una agua baja ó de profundidad considerable, se repiten con el conjunto de todas las mismas especies, el tiempo que ha transcurrido durante la acumulacion, ha debido ser, geológicamente hablando, muy corto, por considerable que sea la masa acumulada. Pero si siendo los géneros los mismos, las especies han cambiado, hay derecho de suponer un nuevo período, y entonces ni la semejanza del clima, ni la similitud de las condiciones geográficas ó locales pueden recordar ya las especies antiguas que una larga serie de masas destructoras han aniquilado gradualmente. Pasando del Gres Verde Inferior al Gault, se encuentra repentinamente uno de estos cambios de período, porque casi ninguna de las especies fósiles es comun á los sistemas cretáceos superior é inferior; este vacío no deja duda alguna acerca de la ausencia de varios eslabones en la serie de los monumentos geológicos; quizá algun dia podremos reunirlos.

Una de las conchas mas abundantes en las capas enteramente inferiores del Gres Verde Inferior de Atherfield, es la gran *Perna Mulleti* (fig. 239).

En el Sur de Inglaterra, durante la acumulacion del Gres Verde Inferior, el lecho del mar parece haber bajado de una manera continua, desde el principio del período en que las capas de agua dulce del Weald fueron sumergidas, hasta el depósito de las capas sobre que reposa el Gault inmediatamente.

Piedras de gres cuarzoso, de jaspe, de esquisto silíceo, al mismo tiempo que granos de clorita y de mica, indican suficientemente la naturaleza de las rocas cuya destruccion dió orígen á las capas de Gres Verde. La sumersion del suelo compuesto de esta roca, fue sin duda alguna anterior á la formacion de la Creta blanca, cuyo depósito debió efectuarse en un mar mas abierto y en aguas mas claras.

Los fósiles del Cretáceo Inferior, se diferencian la mayor parte específicamente, de los del Cretáceo Superior.

Entre los primeros, se encuentra frecuentemente el género *Scaphites* (fig. 240) ó *Ancyloceras*, descrito con justa razon como una ammonita mas ó menos desarrollada; el *Nantilus plicatus* (fig. 241), la *Trigonia caudata* que se encuentra igualmente en las islas de Blackdown; y en fin una *Gervillia*, género bivalvo vecino de la *Avicula*.

FORMACION WEALDIANA.

Debajo del Gres Verde Inferior, se observa en el Sureste de Inglaterra, una formacion reciente que se llama *Weald*. Aunque su extension horizontal en Europa sea limitada, en comparacion de la Creta Blanca y Gres Verde, esta formacion presenta un gran interés geológico, porque los restos organizados que contiene dan alguna luz acerca de la naturaleza de la fauna y de la flora terrestre de la época cretácea inferior. Se ha dado el nombre de wealdiano á este grupo, porque ha sido estudiado primitivamente en ciertas partes de los condados de Kent, de Surrey y de Sussex, llamada Weald. El doctor Mantell demostró desde 1822 en su Geologia del Sussex, que el grupo entero era de orígen fluviátil, apoyándose en la ausencia total de las Ammonitas, Belemnitas, Terebratulas, Equinitas, Corales y otros fósiles marinos que tan bien caracterizan las rocas cretáceas situadas encima y las capas oolitas que yacen debajo, este sabio demostró la presencia en el Weald de las Paludinas, Melanias y otras conchas

fluviátiles, así como de las osamentas de reptiles terrestres, y de las plantas del mismo género.

Esta posicion tan inesperada de una masa gruesa de orígen de agua dulce debajo de un depósito formado en un mar profundo, constituia un fenómeno con el cual nos hemos familiarizado despues, pero que en un principio fue acogido con incredulidad. Sin embargo, la situacion relativa de los lechos no admitia equivocacion; se veia distintamente á la creta pasar por debajo del Gres verde Inferior en diferentes puntos de los condados de Surey, de Kent y de Sussex, y reaparecer en la ista de Wight en la base de la serie cretácea, extendiéndose probablemente por debajo de la superficie del país.

En el S. E. de Inglaterra, inmeditamente debajo del Weald, se encuentra otra formacion de agua dulce llamada el Purbeck, que consiste en diferentes clases de caliza y de marga, y contiene especies particulares de moluscos, *Cypris* y otros fósiles. Como hoy está demostrado que esta formacion, por sus restos orgánicos, pertenece mas bien á la serie oolítica que á la serie cretácea, hablaremos de ella en otro capítulo.

Arcilla de Weald. La division superior ó arcilla de Weald, debe exclusivamente su orígen al agua dulce; no solamente sus lechos superiores concuerdan por su estratificacion con las capas inferiores del Gres verde Inferior, sino que ademas son de una composicion mineral enteramente semejante. Para explicar este hecho, se supone que estando descendiendo el delta de un gran rio de una manera bastante tranquila para permitir al mar extenderse sobre el espacio ocupado primitivamente por el agua dulce, el rio continuaba sin embargo acarreando los mismos sedimentos al mar. Lo que apoya esta suposicion, es que se han descubierto restos del *Iguanodon Mantelli*, reptil terrestre, gigantesco que caracteriza perfectamente el Weald, cerca de Maidstone en el Crag de Kent, ó caliza marina del Gres verde Inferior que está encima del Weald; algunos de los saurios que habitan el país regado por el gran rio habrian, pues, continuado existiendo despues de que el país fue sumergido por el mar. Asi es como en nuestros dias, se sepultan osamentas de enormes aligatores en las capas de agua dulce del delta Ganges. Pero si una porcion de este delta llegara á bajar y se encontrara cubierta por las aguas del mar, se acumularian formaciones marinas en el mismo sitio donde se depositaban los lechos de agua dulce, mientras que el Ganges continuaria lanzando sus aguas turbias en la misma direccion y llevando hácia el mar los esqueletos de las mismas especies de animales; estos restos se encontrarian asi sepultados á un mismo tiempo en capas de agua salada y en capas de agua dulce subyacentes.

El iguanodonte que ha sido descubierto por el doctor Mantell, ha dejado mas restos en las capas wealdianas de los condados del S. E. y de la isla de Wight que ninguno de los otros géneros de saurios que estan asociados á él. Este reptil era herbívoro y segun Cuvier, el mas extraordinario que ha existido jamás; sus dientes, aunque presentan una gran analogía por su forma general y sus bordes festoneados (fig. 245 *a* y 245 *b*) con los de las Iguanas que frecuentan hoy los bosques de los trópicos en la América y en las Indias occidentales, presentan sin embargo diferencias muy notables. Muchas veces estan desgastados por la masticacion mientras que los reptiles herbívoros actuales cortan y roen los vegetales de que se alimentan pero no los mascan; si sus dientes se han adelgazado muchas veces, nunca tienen como los del Iguanodon fósil una corona plana que habia servido para la trituracion (fig. 246 *b*) y que daba á el diente una semejanza con las muelas de los mamíferos herbívoros. El doctor Mantell calcula que los dientes y osamentas de esta especie que ha examinado han pertenecido á mas de setenta y un individuos diferentes en edad y en tamaño, algunos apenas salidos del huevo y otros cuyo fémur media cerca de 60 centímetros de circunferencia. Sin embargo aunque los dientes se encuentran en mas abundancia que los demás huevos del esqueleto, es notable que no se hayan encontrado sino muy tarde los restos de la mandíbula. Este descubrimiento se ha hecho en las capas de Tastings en el bosque de Tilgate; las proporciones del animal son algo mayores de lo que se habia supuesto en un principio. El doctor Mantell, que no está de acuerdo con el profesor Owen en cuanto á las dimensiones de la cola, calcula que la longitud de estos saurios podria ser de 15 á 18 metros. El mayor fémur que se ha descubierto mide un metro y 495 milímetros de largo por 625 milímetros de circunferencia y un metro 50 milímetros alrededor de los cóndilos.

Se encuentran accidentalmente bancos de caliza (mármol de Sussex), en la Creta de Weald; se componen casi enteramente de una especie de *Paludina* que se parece mucho á la *P. vivipara* comun de los rios de Inglaterra.

Los caparazones de *Cypris* son muy numerosos en ellos; é imprimen algunas veces á la roca una estructura finamente laminar como lo hacen las pajas de mica. Las mismas margas de Cypris existen en las capas terciarias lacustrales de Auvernia.

Arenas de Hastings. La division inferior del Weald consiste en arena, gres (*grit*) calcarífero, arcilla y esquisto. Las capas arcillosas se encuentran en ella poco mas ó menos en la misma proporcion que las capas arenáceas. El gres calizo y grit del bosque de Tilgate, cerca de Cuckfield, donde se han descubierto por primera vez restos de Iguanodonte y de Hileosauro, constituyen el miembro superior de la formacion; la roca blanca de arena de los peñascos de Hastrings, que tiene 30 metros de espesor, es uno de los miembros inferiores de la misma formacion. Los reptiles son en ella muy abundantes; y se refieren en parte á saurios de que Mantell y Owen han hecho ya ocho géneros entre los cuales se observan independientemente de los ya citados, el Magalosauro y el Plesiosauro. Las mismas capas ofrecen el Pterodactilo, reptil volante, y diferentes restos de Quelonios de los géneros *Emys* y *Trionyx* confinados en nuestros dias á las regiones tropicales.

La mayor parte de los peces del Weald se refieren á los órdenes de los Ganoideos y Placoideos. En él se encuentran gran número de dientes y escamas de *Lepidotus* (fig. 250). Estos Ganoideos estaban unidos al *Lepidosteus* ó sollo de los rios de América. Su cuerpo estaba enteramente cubierto de anchas escamas romboidales muy gruesas y de superficie esmaltada. Se cree que la mayor parte de las especies de este género frecuentaban los rios ó la embocadura de las bahías.

Las conchas de las capas de Hastings pertenecen á los géneros *Melanopsis*, *Melania*, *Paludina*, *Cyræna*, *Cyclas*, *Unio* (figura 251) y otros que habitan los rios ó los lagos; pero se ha encontrado en Punfield, condado de Dorset, un banco que indica aguas salobres donde vivian los géneros *Corbula* (fig. 252), *Mytilus* y *Ostræa*. En algunos puntos, el lecho toma un carácter completamente marino por sus fósiles cuya mayor parte son particulares y algunos comunes al Gres verde Inferior; tales son las *Ammonites Deshayesii*. Estos hechos demuestran las relaciones íntimas que unen entre sí las faunas de los períodos wealdiano y cretáceo.

A diferentes alturas de las arenas de Hastings se observan aquí y allá placas pequeñas de gres, y entre ellas lechos de arcilla de algunos metros de espesor. En Stammerham, cerca de Horsham, se observa que la arcilla se ha secado y se ha hendido antes que el lecho siguiente se haya depositado en su superficie. En estas hendiduras como en moldes, han podido formarse relieves que son aun visibles en la superficie inferior del gres (fig. 253).

No lejos de la misma localidad, se encuentra una piedra rojiza, en la cual se reconocen indicios innumerables de un fósil vegetal, aparentemente el *Sphenopteris*, cuyos troncos y ramas estan dispuestas como si las plantas conservasen aun su posicion natural; la arena parece haberles rodeado y cubierto depositándose tranquilamente. Hechos análogos han sido observados en algunos puntos de la formacion.

En la misma division del Weald, en Cuckfield, existe un lecho de guijo ó conglomerato compuesto de fragmentos de cuarzo y de jaspe gastados por las aguas con osamentas rodadas de reptiles. Estos productos han debido ser transportados por una corriente probablemente en una agua poco profunda.

De esto se puede deducir que á pesar del gran espesor de esta division del Weald, el conjunto del depósito ha sido formado en una agua de profundidad moderada, y en la mayor parte de los casos sumamente salobre. La idea parecerá un poco atrevida á primera vista; sin embargo no expresa mas que la consecuencia natural de un hundimiento general y continuo de una bahía, en la cual un rio descargara aguas turbias; por cada decímetro de hundimiento la roca fundamental descenderia un decímetro bajo la superficie de las aguas, pero la bahía no adquiriria mayor profundidad si un nuevo depósito de lodo ó de arena se elevara un decímetro sobre el fondo. Estas clases de capas se secan frecuentemente en la baja marea y aun pueden cubrirse temporalmente de vegetacion.

Superficie del Weald. No se puede precisar la extension geográfica del Weald porque algunas formaciones marinas mas modernas ocultan una porcion considerable. Se le suponen unos 320 quilómetros del Oeste al Este, desde la costa del Dorsetshire hasta las cercanías de Boulogne en Francia, y poco mas ó menos lo mismo del Nor-oeste al Sud-este, desde los condados de Surrey y de Hampton hasta Beauvais. Si la formacion es continua en toda esta extension, lo cual es muy dudoso, no se sigue que todo el conjunto sea de la misma edad, porque la geografía física del país ha sufrido modificaciones frecuentes durante este período y el estuario ha podido cambiar muchas veces de forma y aun de sitio. El doctor Dunker de Cassel, y Von Meyer, en una excelente monografía del Weald, del Hannover y de la Westfalia, han demostrado que los representantes de este terreno en los dos paises corresponden tan exactamente con la serie inglesa por sus fósiles y sus caracteres mineralógicos, que no podria dudarse en referir el todo á un mismo y gran delta. Admitiendo que sea esto asi, el desarrollo del depósito no excederia del de varios rios modernos, por ejemplo, el Quorra ó Niger en Africa, que se extiende á mas de 270 quilómetros en el interior y ocupa un espacio de mas de 480 kilómetros á lo largo de la costa, cubriendo asi una superficie igual á la mitad de Inglaterra.

Ignoramos hasta qué distancia el sedimento fluvial y los restos orgánicos de los rios y de las tierras pueden ser transportados de la costa y esparcidos en el lecho del mar. Hablando del Mississipi, hemos manifestado que un delta mas antiguo, que contenia especies de conchas semejantes á las que habitan hoy la Luisiana se habia elevado en otro tiempo, de modo que ocupaba una vasta extension geográfica, mientras que se hallaba en formacion un delta mas moderno. Cuando se busca el orígen del Weald, es importante tener en cuenta la posibilidad de tales movimientos y los efectos que determinan. Si se nos pregunta donde estaba situado el continente cuyas ruinas han formado las capas del Weald, y cuyas aguas alimentaban un gran rio, no estamos muy lejos de recurrir para responder, á la existencia primitiva de la Atlántide de Platon. La sumersion de un antiguo continente, por fabulosa que parezca bajo el punto de vista histórico, constituye geológicamente hablando, un hecho que ha debido renovarse muchas veces.

La verdadera dificultad consiste en la existencia prolongada de una vasta cuenca hidrográfica, de donde partirian, para dirigirse al mar, volúmenes de agua considerables; precisamente en una época en que el suelo inmediato del Weald, se hundia perpendicularmente 30 metros y aun mas. Si las tierras adyacentes habian participado de este movimiento, ¿cómo hubieran evitado la sumersion? ¿cómo hubieran podido tampoco conservar su forma y su altura, de manera que continuaran siendo el punto de partida de una cantidad tan inagotable de agua dulce y de sedimento? Es preciso admitir que la tierra limítrofe permaneció estacionaria y aunque sufrió cierto alzamiento, pudo producirse un movimiento ascendente en una region y un movimiento contrario en otra region paralela y contigua, del mismo modo que hoy la parte Norte de la Escandinavia se eleva, mientras que la parte central (al Sur de Stocolmo) permanece fija, y la extremidad Sur de la Escania baja, ó por mejor decir, ha bajado durante el período histórico. Sin embargo, debemos dar por cierto, si adoptamos esta hipótesis, que la depresion de las tierras fue general en la mayor parte de la Europa al fin del período wealdiano, y que esta depresion sirvió para contener el Océano cretáceo.

FLORA DE LOS PERÍODOS CRETÁCEO INFERIOR Y WEALDIANO.

Las plantas terrestres de la época cretácea superior son poco conocidas; podia expresarse asi porque las rocas de esta formacion son todas de orígen marino puro, y han sido formadas en su mayor parte á larga distancia de las tierras. Pero la vegetacion del cretáceo inferior ó neocomiano, comprendiendo en él la de la arcilla wealdiana y de las arenas de Hastings, está representada por muchos restos. Brongniart en su division de la serie fosilífera total, adopta los tres grupos siguientes, únicamente segun las plantas fósiles: capas primitivas, *edad de las Acrogenas*; capas secundarias á excepcion de las cretáceas, *edad de las Gimnospermas*; capas cretáceas y terciarias, *edad de las Angiospermas*. Considera la flora del Cretáceo Inferior como de un carácter transitorio entre la vegetacion secundaria y la vegetacion terciaria. Las Coniferas y Cicadeas (ó Gimnospermas) existian aun como en las épocas anteriores de la oolita y del trias; pero ademas de estas plantas se han reconocido desde hace mucho tiempo en la formacion, hojas muy distintas de una dicotiledona angiosperma del género llamado *Credneria*. Han sido encontradas en el *Guadersandstein* y en el *planerkalk* de los Alemanes, rocas del grupo Cretáceo Superior. Mas recientemente aun el doctor Deby ha descubierto en las capas Cretáceas Inferiores de Aix-la-Chapelle, una gran variedad de fósiles dicotíledones pertenecientes á veinte y seis especies distintas algunas de las cuales tenian de 10 á 15 centímetros de longitud, y se hallaban en un perfecto estado de conservacion. Faltando órganos de fructificacion y frutos en estado fósil, se ha podido exagerar el número de las especies; pero se puede asegurar, con arreglo á las observaciones modernas, que cuando la creta inferior se formaba en Aix-la-Chapelle, los Dicotiledones angiospermas vivian en ella en número tan considerable como las Gimnospermas. Este descubrimiento ha sido importante relativamente á ciertas teorías populares, porque hasta tiempos muy modernos no se habia encontrado representante de la clase de las Exógenas, que comprende las tres cuartas partes de las plantas actuales del globo, en ninguna de las capas mas antiguas que el Océano. No obstante algunos geólogos han tratado de conciliar la escasez de los árboles de esta clase con las condiciones particulares de la atmósfera, durante los primeros períodos de la existencia del globo; han imaginado que el predominio de gases nocivos, y particularmente del ácido carbónico

en el seno de un aire mas condensado, habia estorbado el desarrollo, no solo de los animales de sangre caliente (mamíferos y aves), sino tambien de una flora análoga á la que existe hoy, mientras que los mismos elementos habrian sido favorables á la existencia de los reptiles y al desarrollo de la flora acrogena y gimnosperma. La coexistencia en la serie Cretácea Inferior de Dicotiledones angiospermas muy abundantes con las Cicadeas y las Coníferas, y al mismo tiempo con una rica fauna erpetológica que comprendia los *Iguanodon*, *Megalosaurus*, *Hylæosaurus*, *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus* y *Pterodactylus*, no nos permite admitir para los períodos secundarios un estado meteorológico tan diferente del que domina en nuestros dias.

Entre las adiciones recientes que se han hecho á la flora fósil del Wealdiano, y que establecen un nuevo eslabon entre este terreno y la flora terciaria, debemos mencionar las *Girogonitas* ó esporangios de Chara descubiertos últimamente en la serie de Hastings, en la isla de Wight.

CAPITULO XIX.

DESNUDACION DE LA CRETA Y DEL WEALD.

El geólogo debe estudiar las formaciones fosilíferas bajo dos puntos de vista diferentes: en primer lugar bajo el de su situacion en la serie, de su carácter mineralógico y de los cuerpos organizados que contienen; despues bajo el de su geografía física y del lugar que ocupan habitualmente como masas minerales y la estructura interior de la tierra, ya sea que ocupen el fondo de los lagos ó de los mares, ó bien que se les encuentre en la superficie ó en la base de las montañas ó de los valles, de las llanuras ó de las mesetas. Despues de haber dado detalles sobre las capas terciarias, cretáceas y wealdianas, vamos á examinar ciertos caracteres de la geografía física de estos grupos, tales como se observan en algunas partes de Inglaterra y Francia.

Las colinas compuestas de creta blanca en el S. E. de Inglaterra, son redondeadas en su superficie y sumamente inclinadas en sus costados. Dedicadas generalmente al pasto, se hallan desprovistas de árboles y de setos, lo cual permite observar como los valles inmediatos se ramifican en todas direcciones y á medida que descienden se hacen mas anchos y mas profundos. Aunque la mayor parte de estos bosques se hallan hoy casi en seco, exceptuando la época de las lluvias fuertes ó del deshielo de las nieves, han debido su orígen á una desnudacion verificada por las aguas como lo hemos explicado en uno de los primeros capítulos; han sido abiertos en la época en que la creta salia gradualmente del mar. En apoyo de esta opinion invocaremos la presencia de estas largas líneas de quebradas interiores, en que las capas estan cortadas repentinamente y forman precipicios muchas veces verticales. La verdadera naturaleza de estos escarpados en ninguna parte es mas fácil de reconocer que en ciertos cantones de la Normandía, donde el Sena y sus tributarios corren al través de valles profundos, formados por capas de creta horizontales. Si se sigue por ejemplo, este rio en una longitud de 48 kilómetros, desde los Andelys hasta Elbeuf, se recorre un valle cuyas vertientes formadas de creta con abundantes lechos de pedernal, estan verticalmente al descubierto en una altura de unos 75 á 90 metros. Encima de la creta reposa una masa de arena, de guijo y de arcilla, de 10 á 30 metros de espesor. Los dos cortes *a* y *b*, que permiten ver la creta en la superficie estan



Corte á través del valle del Sena.

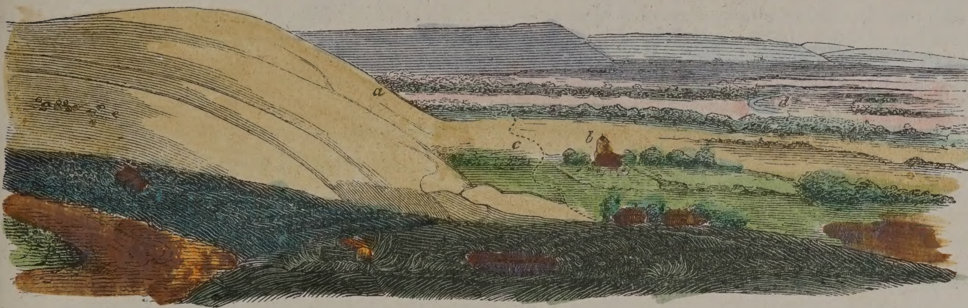
separados uno de otro por un intervalo de 3 á 6 kilómetros, muchas veces estan enteramente desnudos y unidos como las colinas mas escarpadas de Inglaterra (downs); pero en varios puntos estan cortados por una ó mas líneas de escarpados á pico ó en declive que constituye la creta blanca con pedernal. Se ven de trecho en trecho agujas separadas y especies de picos que se elevan en la línea del escarpado ó delante de esta línea como en *c*. En la ribera derecha del Sena, en los Andelys, se observa una serie de escarpados análogos en una longitud de unos 3 kilómetros, y sobre 15 á 30 metros de altura perpendicular; está interrumpida en su direccion por algunos valles, en uno de los cuales se ve una roca desprendida en aguja llamada la Cabeza de hombre (fig. 255 y 256).

La porcion superior de este peñasco está quebrada hácia todos los puntos del horizonte. Su altura vertical pasa de 6 metros hácia el lado de la colina, y de 12 hácia el Sena; su diámetro aproximado es de 9 metros. Su composicion es la de las rocas mas considerables que existen á su inmediacion; está formada de creta blanca, á veces cristalina como el mármol, con lechos de pedernal noduloso y masas tubulares del mismo mineral. Los lechos de pedernal suelen sobresalir de 120 á 150 centímetros fuera de la creta, la cual generalmente se encuentra en un estado de descomposicion lenta y se esfolia, ó bien se cubre de polvo blanco como las rocas cretáceas de la costa de Inglaterra; este polvo superficial contiene igualmente en ciertos puntos sal comun.

Otros escarpados se hallan situados en la orilla derecha del Sena, frente á Tournedos, entre los Andelys y Pont-de-l'Arche; los precipicios que forman tienen de 15 á 24 centímetros de profundidad; muchas de sus cumbres terminan en pico: una de ellas, sobre todo, se halla tan completamente aislada, que presenta hácia el lado de la colina una lista perpendicular de 15 metros de altura. En estas rocas se distinguen claramente diferentes eminencias y depresiones, que marcan otros tantos niveles, donde se supone que las olas del mar han batido durante mucho tiempo. A una altura mayor, inmediatamente encima de esta línea, hay tres escarpados mucho mas pequeños, de unos 120 metros cada uno en otros tantos terraplenes que los separan, y se continuan formando un semicirculo alrededor de un pequeño valle.

Si se sigue despues la corriente del rio de Vateville á Senneville, se llega al frente de una aguja singular. de unos 15 metros de altura, enteramente aislada so-

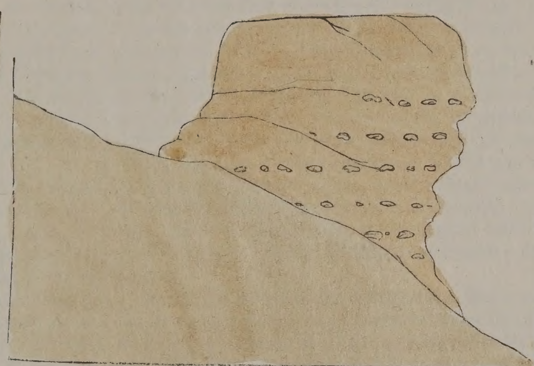
260



257



256



258

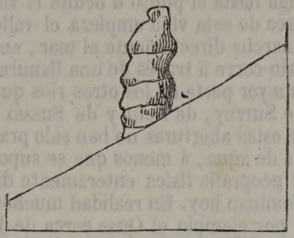


255



255 La cabeza de hombre, en Andelys, vista desde arriba.—256. Vista de uno de los lados de la cabeza de hombre.—257. Rocas de Orival, en Elbeuf.—258. La Roca de Pignon, vista desde el Sur.—260. Vista del escarpado de la creta en los Downs del Sur, tomada desde el dique del diablo, mirando hácia el Oeste y Sudoeste; *a*. La villa de Steyning está oculta por este promontorio; *b*. Iglesia de Edbuston; *c*. Camino; *d*. Rio Adur.

bre un escarpado cretáceo de la orilla derecha del Sena.



Pico de Creta, en Senneville.

Mas abajo, á unos 16 kilómetros de distancia, en la orilla izquierda del rio, se encuentra una nueva y notable serie de quebradas interiores que empieza en Elbeuf, y comprende las rocas de Orival (fig. 257). Su superficie es irregular; por lo general estan en declive y contienen lechos de pedernal salientes en algunos metros. Estas quebradas tienen, como las anteriores, la superficie polvorosa, y se componen enteramente de creta con pedernal. La línea de quebradas dista 64 kilómetros de la ribera; su altura, en ciertos puntos, pasa de 60 metros, y su base solo está algunos metros sobre el nivel del Sena. Está interrumpida en un pronto por una masa piramidal ó aguja de 60 metros de altura llamada la Roca de Pignon, que excede en unos 7 metros á la parte superior de la roca principal, con la cual se une por medio de una faja estrecha 12 metros mas abajo de su vértice (fig. 258).

Como todas las masas aisladas de Senneville, Vateville y de los Andelys de que hemos hablado anteriormente, esta roca puede compararse á las agujas de creta que se encuentran en la costa de Normandía, (figura 259), asi como en la isla de Wight y en el Purbeck. Mas adelante veremos que la opinion segun la cual ciertos escarpados de la creta han sido en su orígen quebradas de la orilla del mar, es mucho mas aplicable á Francia que á Inglaterra. Si en el interior de algunas comarcas no se encuentran miles de precipicios verticales ó en declive ni pilares aislados ni agujas, esta diferencia procede sobre todo de la mayor dureza de la creta de Normandía. Pero muchas veces la ausencia de todo signo de desnudacion litoral en el valle mismo del Sena, es un hecho negativo de carácter mas extraordinario y aun mas embarazoso.

Las quebradas despues de haberse mostrado continuas en algunos kilómetros de longitud, se interrumpen de repente en mayores distancias y son reemplazadas por una pendiente suave cubierta de vegetacion, aunque sus lechos conserven la misma composicion y la misma estratificacion horizontal; sin embargo, se debe tener por cierto que el modo de elevarse el suelo intermitente ó continuo, debe haber sido el mismo en los puntos intermedios donde no existen quebradas, que en aquellos en que se presentan manifiestamente. Para explicar anomalías tan sorprendentes, el lector debe recordar la teoría de desnudacion expuesta en el capítulo IV. Hemos demostrado: 1.° que la fuerza erosiva de las olas y de las corrientes varía insensiblemente en los diferentes puntos de una misma orilla: 2.° que al descomponerse las rocas mas escarpadas se derrumban y caen en ruinas: 3.° que á veces pueden ocultarse terraplenes y escarpados bajo una pendiente formada de detritus.

Desnudacion del valle de Weald. Ninguna region puede demostrar mas palpablemente que la comarca situada entre los dowus (colinas) del Norte y las del Sur, la manera como una gran serie de capas ha podido ser levantada y despues desnudada gradualmente. Esta comarca comprende todo el Sussex y una porcion de los condados de Kent, de Surrey y de Hampshire.

El espacio en que se han depositado las formaciones mas antiguas que la Creta Blanca ó las comprendidas entre el Gault y las arenas de Hastings inclusive, está rodeado por todas partes de un gran escarpado de creta que se continúa al otro lado del canal de la Mancha hasta el Bajo Boloñés en Francia, donde forma el límite semicircular en una extension de país cuyas capas mas antiguas aparecen superficialmente. Se puede pues considerar bajo el punto de vista geológico, á este distrito en su totalidad, como un solo é idéntico conjunto.

El espacio limitado por el escarpado de la creta, nos presenta un ejemplo de lo que se ha llamado frecuentemente *valle de elevacion*, y mas correctamente de *desnudacion*; es decir, de un valle, en el cual las capas en parte arrebatadas por las aguas bajan por todas partes partiendo de un eje central. Se supone, pues, que el suelo ocupado hoy por la arena de Hastings, estaba cubierto en otro tiempo por la arcilla del Weald; este, á su vez, por el Gres verde; este último por el Gault y en último lugar, que la creta se extendia primitivamente sobre toda la superficie comprendida entre los downs del Norte y del Sur.

Independientemente de los valles y crestas longitudinales del Weald, otros valles corren en una direccion transversal, pasando á través de la creta hasta la cuenca del Támesis por un lado, y el estrecho de la Mancha por el otro. Asi es como la cadena de los downs del Norte, se halla cortada por los rios Wey, Mole, Darent, Medway y Stour; los downs del Sur, lo estan por los rios Arun, Adur, Ouse y Cuckmere. Si estas cavidades transversales se llenaran, todos los rios, observa Conybeare, se desviarian hácia el Este y irian á parar al mar por Romney, Marsh y Pevensey Levels.

Martin ha hecho notar que grandes fracturas transversales de la Creta, hoy dia convertidas en conductos de los rios, presentan una correspondencia notable en cada lado del Weald. Frecuentemente en los Donws del Norte y del Sur, se ven las gargantas de los valles directamente opuestas una á otra; por ejemplo, los desfiladeros del Wey, en los Downs del Norte, y los del Arun, en los Downs del Sur, parecen coincidir en direccion; del mismo modo el Ouse corresponde al Darent y el Cuckmere al Medway.

Aunque estas coincidencias puedan ser accidentales, no es en manera alguna improbable que una elevacion considerable hácia el centro del distrito Waldiano, haya dado lugar á las hendiduras transversales; y como los valles longitudinales estaban en conexion con este movimiento lineal que dirigia las líneas anticlinales Este y Oeste, han debido producirse hendiduras transversales por la intensidad de la fuerza de alzamiento hácia el centro de la línea.

Pero antes de explicar cómo se ha producido el movimiento de elevacion, conviene dar á conocer los principales caracteres geográficos del distrito en tanto que puedan tener interés geológico.

Cualquiera que sea la direccion que se tome yendo desde las capas terciarias de las cuencas de Londres y del Hampshire hácia el valle del Weald, se sube primero una pendiente de creta blanca con pedernal, y despues se llega á un punto culminante compuesto en gran parte de diferentes miembros de la formacion cretácea. Debajo de esta formacion aflora el Gres verde Superior, y algunas veces tambien el Gault. El escarpado es continuo á lo largo de la extremidad meridional de los Downs del Norte; se le puede seguir desde el mar, en Folkstone, hasta el Este de Guilford y cercanías de Petersfield, y desde allí hasta la extremidad de los Downs del Sur en Beachy Head. Las

capas estan cortadas en sentido vertical; evidentemente han debido en un principio extenderse mucho mas lejos. En la fig. 260, está firmemente representado un punto del escarpado de los Downs del Sur en que la desnudacion en la base de la pendiente es mucho mas notable que de costumbre, por la razon de que los Gres verdes Superior é Inferior, estan formados de materiales muy incoherentes; el primero de estos dos miembros se encuentra allí sumamente delgado y falta casi enteramente.

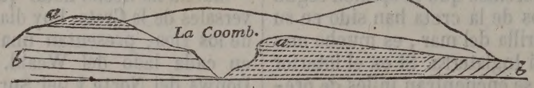
El geólogo reconocerá en este bosquejo la forma exacta de las quebradas marinas; y si mira en una direccion opuesta, es decir, al Este, hácia Beachy Head (figura 261), verá prolongarse la misma línea de alturas: Las personas menos experimentadas reconocerán sin dificultad la semejanza de esta llanura extensa y unida con las arenas niveladas que deja la marea al retirarse, y en las masas de creta en proyeccion, las lenguas de tierra que separan unas de otras las diferentes bahías de una misma costa.

En los Downs del Norte, se ven pozos de arena (*sand-pipes*), cortados á veces por el escarpe; segun algunos geólogos son mas modernos que este, y en tal caso podrian ofrecer un argumento contra la teoría que ve en los escarpados de estas localidades antiguas quebradas de las orillas del mar ó de los rios. Pero cuando se reflexiona en la gran profundidad de algunos de estos pozos, por ejemplo, de los de las cercanías de Sevenoaks, se concibe que su extremidad inferior puede algunas veces mostrarse á descubierto lejos del vértice de un escarpado donde quiera que existan porciones de creta que hayan sido cortadas.

En cuanto á los valles transversales que separan las colinas de creta se podrá formar una idea de ellos por el bosquejo que representa la fig. 262 de la garganta del rio Adur, tomada desde la cumbre de las colinas de creta, sobre el camino que conduce desde las poblaciones de Bramber y Steyning á Shoream. Si el lector quiere recordar la fig. 260, encontrará el punto exacto en que la garganta de que hablamos interrumpe el escarpado de la creta. Una colina que se prolonga hasta el punto *a* oculta la villa de Steyning; cerca de esta villa empieza el valle por donde el Adur marcha directamente al mar, en Old Shoreham. El rio corre á través de una llanura casi unida, como la mayor parte de los otros rios que cortan las colinas de Surrey, de Kent y de Sussex, y es indudable que estas aberturas no han sido practicadas por corrientes de agua, á menos que se supongan condiciones de geografía física enteramente diferentes de las que dominan hoy. En realidad muchos de los rios actuales, por ejemplo el Ouse cerca de Lewes, han llenado brazos de mar en lugar de abrir los lechos que recorren.

Es mas probable que casi todas sino todas las gargantas que se dirigen de Norte á Sur hayan sido producidas por fractura, ó cambios de lugar de las rocas; el barranco dirigido de Este á Oeste que parte del lado oriental del valle del Ouse, es debido ciertamente á una dislocacion. Esta quebrada se llama *La Coomb* (fig. 263); está situada cerca de la villa de Lewes. Las pendientes rápidas que la forman se hallan tapizadas de verde cesped, asi como el fondo que está perfectamente seco. No se distingue señal alguna exterior de dislocacion, y las relaciones de la depresion con los movimientos subterráneos no hubieran sido ni aun sospechadas por el geólogo, si el escarpe del valle del Ouse y los abundantes pozos de creta que se explotan hácia la extremidad de La Coomb no nos hubiesen dado pruebas evidentes de grandes convulsiones. Con ayuda de estas guias, se descubre que la quebrada coincide precisamente con una línea de fallo en uno de cuyos lados la creta silícea *a* aparece en la cumbre de la colina mientras que en el otro lado se presenta en la parte baja.

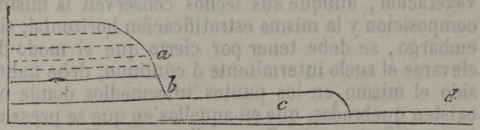
La cantidad de desnudacion, es decir la masa que se



Fallo que coincide con la Coomb, en Cliff Hill, cerca de Lewes. *a*. Creta con pedernales. *b*. Creta inferior.

supone haber sido arrastrada por las aguas, desde los Downs del Nux á los Downs del Norte, es tan considerable que sorprende á primera vista lo atrevido de la hipótesis. Pero la dificultad desaparece cuando se concede un tiempo suficiente al alzamiento y descenso graduales de las capas durante algunos períodos geológicos sucesivos; las olas y las corrientes del Océano, asi como la accion de los rios, de la lluvia y de las inundaciones, han podido producir lentamente resultados que ningun cataclismo súbito de las aguas habria sido capaz de realizar.

Como otras pruebas de la accion del agua recordamos que los grandes valles longitudinales siguen el afloramiento de capas mas movedizas y mas incoherentes, mientras que las crestas ó líneas de elevaciones corresponden á los puntos donde las capas estan compuestas de piedras mas duras. Asi es como la creta con pedernal y al mismo tiempo el Gres verde Superior que ella cubre, han sido cortados por parte del mar por un escarpado que cerca un valle profundo abierto en gran parte en un lecho arcilloso blando llamado Gault. En algunos puntos, como cerca de Beachy Had, el Gres verde Superior esta reducido á un estado movible é incoherente que prueba una desnudacion igual á la del Gault; pero, mas lejos hácia el Oeste, presenta un gran espesor, y contiene capas duras de chert azul y de gres calizo ó piedra de fuego (*firestone*). Esta última disposicion influye directamente en la fisonomía de la comarca, porque el Gres avanza en escalones mas allá del pié de las colinas de creta y constituye un terraplen inferior cuya anchura varía de 400 á 4000 metros y que sigue las sinuosidades del escarpado cretáceo.



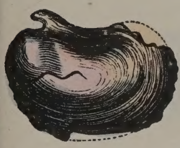
a. Creta con pedernal. *b*. Creta sin él. *c*. Gres Verde Superior ó pedernal de fuego. *d*. Gault.

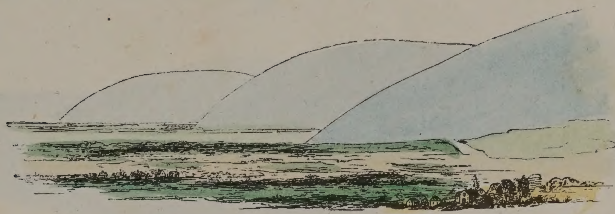
Nada podria probar de una manera mas satisfactoria que el escarpado es el resultado de una erosion producida durante el alzamiento de las capas ó durante su descenso en períodos sucesivos; ya hemos probado en la descripcion de la costa de Sicilia cómo las invasiones del mar tienden á borrar las sucesiones de terraplenes á que da siempre orígen el alzamiento intermitente de una costa minada por las olas. Durante el intervalo que pasa entre dos movimientos elevadores,

Geologia.

261

265





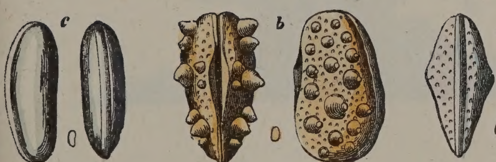
268



263



264



269

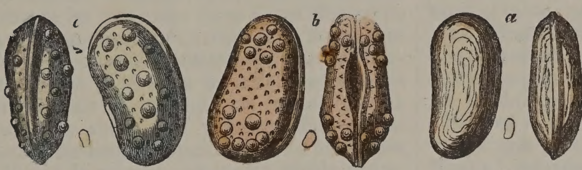


261. Escarpado de creta, visto desde una altura en las cercanías de Stevning, en el Sussex.—263. La Coomb, cerca de Lewes.—264. Cypris del Purbeck Superior; *a. Cypris gibbosa*; *b. Cypris tuberculata*; *c. Cypris leguminella*.—265. *Ostræa distorta*.—268. *Physa Bristovii*.—269. Cypris del Purbeck Inferior; *a. Cgpris Purbeckensis*; *b. Cypris punctata*.

262



267



279



271



270



262. Valle transversal del Adur en los Downs del Sur; *a*. Villa de Steyning; *b*. Rio Adur; Old Shoreham.—267. Cypris del Purbeck mediano; *a. Cypris striato-punctata*, E. Forbes; *b. Cypris fasciculata*, E. Forbes; *c. Cypris granulata*, Sow.—270. *Cycadeoidea (Mantellia) megalophylla*, Buckland.—271. *Zamia spiralis*, Australia meridional.—279. *Cardium striatulum*, de la arcilla de Kimmeridge.

el terraplen inferior es comunmente destruido donde quiera que se compone de materiales incoherentes, mientras que el mar no tiene tiempo de arrastrar enteramente otra parte del mismo terraplen cuya testura ofrece mas resistencia.

La arcilla dúctil llamada Gault es fácil de arrastrar; asi donde quiera que aflora esta formacion, encontramos un valle que rodea la base de las colinas de creta y que por el lado opuesto se halla limitado ordinariamente por el Gres Verde Inferior; como las capas superiores de esta última formacion, son movedizas é incoherentes, han desaparecido por lo general, lo cual aumenta la anchura del valle. Pero en los distritos donde abundan como elementos constitutivos el chert, la caliza y otras materias sólidas, se ve, por ejemplo, en Leith Hill cerca de Dorking, correr paralelamente á la creta una línea de colinas algunas veces iguales y aun superiores en altura al escarpe de la creta. Esta línea presenta muchas veces un lado escarpado hácia el depósito de arcilla blanda llamada Weald Clay; de aquí resulta ordinariamente un ancho valle que separa el Gres verde Inferior de las arenas de Hastings ó Forest Ridge. Pero en los puntos donde se presentan capas subordinadas de Gres de una testura mas sólida, la uniformidad de la llanura cede el puesto á ondulaciones irregulares y montecillos.

Accion pluvial. Tratando de la destructibilidad comparativa de las rocas mas duras ó mas blandas no debemos pasar en silencio la accion de la lluvia. Las colinas de creta estan habitualmente cubiertas hasta su cumbre de pedernales no redondeados, tales que deben subsistir despues que las masas de creta blanca han sido ablandadas y arrastradas por las aguas. Esta acumulacion superficial de los materiales duros ó silíceos de capas desagregadas puede proceder en gran parte de la accion pluvial, porque durante las grandes lluvias se ven bajar de las colinas de creta, aun de las poco inclinadas, corrientes de agua cargadas de materias calizas de color blanco de leche. Si esta causa basta para hacer desaparecer en un siglo capas pequeñas de algunos milímetros de espesor, en el transcurso de edades indefinidas, seran arrastradas masas considerables, y no dejaran como testimonio de su primera existencia mas que un lecho de nódulos silíceos. Una capa de arcilla fina cubre algunas veces la superficie de depresiones ligeras en la Creta blanca; esta capa representa el residuo aluminoso de la roca despues de la disolucion del carbonato de cal por el agua de lluvia cargada de un exceso de ácido carbónico procedente de una descomposicion de materias vegetales. Aguas aciduladas descienden algunas veces á lo largo de los tubos de arena y de los embudos de la creta; minan la superficie y forman ó ensanchan cavidades subterráneas.

Líneas de fractura. En una obra publicada por Martin en 1828, sobre la Geologia del Sussex occidental, traza para longitudes de algunos quilómetros, la direccion no interrumpida de un cierto número de líneas anticlinales y figuras transversales. Hopkins se ha dedicado pero con mas detalles al mismo género de investigaciones. Este geólogo ha demostrado que la direccion de las líneas de flexion y de dislocacion observadas en el distrito del Weald coinciden con la que indican teóricamente los principios de la mecánica, admitiendo ciertas condiciones simples que hubieran determinado el alzamiento de las capas, en virtud de una fuerza de espansion subterránea.

Esta opinion segun la cual las líneas longitudinales y transversales de fractura, habrian podido producirse simultáneamente, concuerda con la expresada por Thurmann en su obra sobre las crestas anticlinales y los valles de elevacion del Jura Bernés.

Segun este geólogo, la anchura de las crestas anticlinales y de las masas en forma de cúpula en el Jura, se halla constantemente en relacion con el número de las formaciones expuestas á la luz, ó en otros términos, con la profundidad sobre que han sido puestos á descubierto los grupos sobrepuestos de capas secundarias. Thurmann observa tambien que las líneas anticlinalès son á veces oblicuas y se cruzan una á otra y que entonces es cuando se observa la mayor dislocacion. Supone que algunas de las fracturas transversales han seguido á las fracturas longitudinales.

Hemos admitido en la primera parte de este capítulo que el alzamiento del Weald habia sido gradual, mientras que muchos geólogos le consideran como resultado de un solo pero violento esfuerzo subterráneo. Para estos geólogos la unidad de efecto que se observa en el movimiento de esta formacion y en el de otras líneas de capas dislocadas del Sud-Este de Inglaterra seria inconciliable con la suposicion de un gran número de esfuerzos renovados con largos intervalos de tiempo. Pero sabemos que los temblores de tierra como las erupciones volcánicas, se repiten en los mismos puntos durante una larga serie de edades. Las lavas mas antiguas del Etna han salido muchos millares de años antes que las mas modernas, y sin embargo, estas lavas asi como los movimientos que han acompañado á su emision, han producido una montaña simétrica; y si las corrientes de materias fundidas continuan siguiendo la misma direccion y hácia el mismo punto durante un tiempo indefinido, ¿qué dificultad hay en concebir que la fuerza volcánica subterránea, causa del alzamiento ó del descenso de ciertas partes de la costra terrestre, haya podido por movimientos reiterados producir la mas perfecta unidad en los resultados?

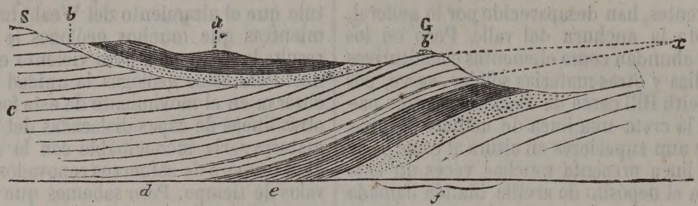
¿En qué épocas ha sido desnudado el valle de Weald? Apoyándose en las investigaciones mas recientes, se puede admitir que la desnudacion del valle del Weald ha necesitado un período de tiempo tan largo, que ha bastado para que se realicen grandes revoluciones de la geografía física del globo. Hoy es incontestable que una parte de esta desnudacion es anterior á la formacion de las capas eocenas de Inglaterra y por consiguiente á la de las rocas nummulíticas de Europa y de Asia; se ha efectuado pues, en una época en que no existian aun ni los Alpes, ni los Pirineos ni otras muchas cordilleras de Europa y de Asia; la mayor parte de los materiales que constituyen estas montañas ni aun se habian acumulado en el fondo del mar.

Elie de Beaumont admite la existencia de una isla en el mar Eoceno, en el espacio ocupado hoy por las capas Wealdianas de Francia y de Inglaterra, y ha levantado un mapa que restablece hipotéticamente la geografía de dicha region en la época de que se trata. Despues Prestwich, ha demostrado que los materiales de que se componen las capas terciarias de Inglaterra, y su manera de reposar sobre la creta, revelan la necesidad de que una isla ó varias islas ó bajos fondos compuestos de Gres verde Superior, de Gault y probablemente de algunas de las rocas cretáceas inferiores, hayan existido en alguna parte entre los Downs actuales del Norte y del Sur. Las rocas y las playas de estas tierras minadas por las aguas, han dejado desprender los pedernales que la accion de las olas ha redondeado despues en cantos semejantes á los que forman hoy los lechos pedregosos de Woolwich y de Blackheath, debajo de la arcilla de Londres. Se supone que este continente fue regado por rios que corrian hácia el mar eoceno, y dieron orígen á los depósitos de agua dulce y de agua salobre de Woolwich y de otras capas contemporáneas. El tamaño de algunos de los pedernales rodados de la capa pedregosa de Blackheath indica la proximidad de una tierra. Cuerpos tan pesados no hubieran podido ser transportados á largas distancias, ya se debiera su

forma á la accion de las olas, que batian la orilla de un mar ó á la de rios que bajaban por una pendiente rápida.

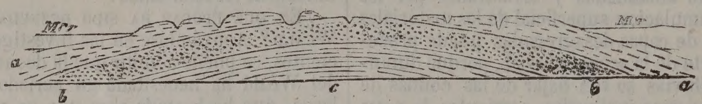
En el diagrama adjunto, Prestswich ha representado un corte, que va desde la inmediacion de Saffron Walden en Essex, hasta el Weald, pasando de N. á S. á través de Gondstone; en él se ve como la alteracion y desnudacion de la creta *c*, han precedido al depósito de las capas eocenas inferiores *b*. Algunos pequeños trozos de las últimas capas mencionadas *b'* y que consisten en arcilla y arena, se prolongan á veces como en el ejemplo actual hasta la misma cresta del escarpado de los Downs del Norte. Esta circunstancia demuestra, que la superficie de la Creta Blanca cubierta hoy por las capas terciarias, es idéntica con la que constituyó en un principio el fondo del mar eoceno.

Asi pues, si se prolongan hácia el Sur las superficies superior é inferior de la creta á lo largo de la línea de puntos en la figura, iran á encontrarse en el punto *x*; mas allá de este punto, por consiguiente, faltaba Creta Blanca en la época en que se formaron las capas eocenas *b* *b'*. En otros términos, las partes centrales del Weald, al Sur de *x*, estaban ya despojadas de su capa primitiva de creta, ó no presentaban mas que algunos trozos de esta roca esparcidos en su superficie.



Corte que demuestra que el Weald ha sido despojado de la Creta antes del depósito de las capas del Eoceno inferior.
S. Punto en que está situado Saffrond Walden.—G. Escarpado de creta, mas arriba de Godstone, coronado de un trozo de capas Terciarias Inferiores *b'*.—*a*. Arcilla de Londres —*b*, *b'*. Terciario Inferior.—*c*. Creta.—*d*. Gres Verde Superior.—*e*. Gault.—*f*. Gres Verde Inferior y Weald.—*x*. Punto en el cual convergerian si se prolongasen las superficies inferior y superior de la Creta.

Se puede representar por medio de una figura como la presente la isla ó islas del mar eoceno; pero sin duda alguna, la desnudacion se extendió mucho mas en latitud y en profundidad antes del fin del período eoceno, y las olas debieron avanzar sobre el Gres verde Inferior, y quizá en algunos puntos sobre las capas del Weald.



Isla en el Mar Eoceno.
a. Creta, Gres Verde Superior y Gault.—*b*. Gres Verde Inferior.—*c*. Weald.

Segun este modo de ver, la masa de las rocas cretáceas y subcretáceas que fue arrastrada por las olas y las corrientes á la superficie del país situado entre los Downs del Norte y del Sur, antes del orígen de las capas del Eoceno mas antiguo, debió ser tan voluminosa como la que ha sido arrebatada por la desnudacion desde el principio de la era eocena.

Pero el lector preguntará quizá, qué necesidad hay de admitir que una masa tan grande de Creta Blanca se haya extendido primero sin interrupcion sobre las capas wealdianas en aquella parte de Inglaterra y haya sido despues arrebatada? No se puede suponer que la tierra firme ha empezado á existir entre los Downs del Norte y del Sur en una época mucho mas antigua, y que las capas del Weald Superior elevándose en medio del Océano cretáceo, han interrumpido la acumulacion de la Creta Blanca, limitada desde entonces á las aguas mas profundas de la inmediacion? Esta hipótesis ha sido muchas veces propuesta y desechada, porque si hubiera habido bajos fondos ó continentes tan inmediatos, la Creta Blanca hubiera sido ciertamente manchada y mezclada de limo y arena, y los restos orgánicos de orígen terrestre, fluvial ó litoral, no habrian faltado de una manera tan completa en las capas de los Downs del Norte y del Sur, donde la Creta se termina bruscamente en forma de escarpado. Los fósiles que se encuentran hoy, pertenecen exclusivamente á clases que habitan los mares profundos. Por otra parte, si las capas wealdianas hubieran experimentado un alzamiento antes del depósito de la serie cretácea que está sobre ellas, las capas superiores del grupo wealdiano, como ha observado Pretswich, no presentarian hoy una estratificacion tan claramente concordante con las capas inferiores del Gres verde Inferior.

Pero aunque se pueda presumir que la Creta Blanca ha sido en otro tiempo continua sobre el espacio ocupado hoy por el Weald, no se deduce de aquí que la primera desnudacion haya sido subsiguiente al período cretáceo entero. Esta desnudacion empezó probablemente antes de la formacion de una porcion considerable de las capas de Maestricht, ó mientras que estas capas se estaban formando. Ya hemos establecido, que en Bélgica se encuentran abundantes pedernales de la Creta, convertidos en cantos rodados en las capas inferiores de Maestricht, en ciertos puntos en que estas capas se hallan sobrepuestas á la Creta Blanca; estas piedras demuestran á que antigua fecha, la creta elevándose del seno de un mar profundo, se ha encontrado expuesta á la accion corrosiva de las aguas.

Tomando por término de comparacion los cambios sobrevenidos en la vida orgánica, se puede calcular, que el intervalo transcurrido entre las capas de Maestricht y las arenas de Thanet, ha igualado casi en duracion al que ha separado el depósito de estas arenas del período glaciario. Si la apreciacion es justa, seria locura querer restaurar por el pensamiento las innumerables fases porque ha debido pasar la geografía física del S. E. de Inglaterra desde el principio de la desnudacion del Weald. En menos de la mitad

del mismo espacio de tiempo, el aspecto de la superficie total de la Europa, sufrió cambios mas considerables que ninguno de los que habia experimentado en las épocas anteriores. Sin embargo, quizá será útil enumerar algunas de las fluctuaciones demostradas en la conformacion física del Weald y de las regiones adyacentes durante el período de que se trata.

Remontémonos á los movimientos que determinaron la emersion de la Creta Blanca y la colocaron en una situacion en que las olas pudieran quitarla algunas porciones, y esto antes de la formacion de las capas del Eoceno Inferior de Inglaterra. Tengamos luego en cuenta el transporte gradual de la Creta y de sus pedernales, transporte que demuestran las arenas de Thanet asi como las capas pedregosas subsiguientes de Woolwich y de Blackheath. Recordemos despues, que en una última época sobrevino un gran hundimiento á consecuencia del cual bajaron las capas de agua salobre y de agua dulce de Woolwich y de otros depósitos Eocenos Inferiores; de manera, que la Arcilla de Londres y la serie de Bagshot que son formaciones de mar profundo, pudieron acumularse encima. La cantidad del descenso segun Prestwich pasó de 250 metros en la cuenca de Londres y de 600 en la de Hampshire ó de la isla de Wight; si fue asi, la superficie del Weald debió participar del mismo movimiento, y algunas porciones por lo menos de la isla fueron sumergidas. Despues de su depósito, en la cuenca de Londres, la arcilla de Londres y las arenas de Bagshot que estan sobre ella, parecen haber experimentado una elevacion durante el período eoceno, y su conversion en continente en el Norte, habria precedido á la elevacion de las capas de edad correspondiente en el Sur ó cuenca de Hampshire; porque no se encuentran en ningun punto de la comarca de Londres las capas eocenas fluvio-marinas de Hordwell y de la isla de Wight.

Los fósiles de las capas alternativas, marinas, de agua salobre, y de agua dulce de Hampshire, formaciones pertenecientes al eoceno mediano y superior, atestiguan la presencia de rios que habrian lavado tierras adyacentes, y al mismo tiempo la existencia de numerosos cuadrúpedos que habrian vivido en estas tierras. En lugar de esto, se habria esperado naturalmente encontrar las señales de un mar abierto como consecuencia del vasto descenso de las capas del Eoceno Mediano, si algun alzamiento local no hubiere sobrevenido simultáneamente en la isla de Wight ó en las comarcas inmediatamente abyacentes. Cualquiera que sea la hipótesis que se adopte, se pueden admitir por el S. E. de Inglaterra durante los períodos del Eoceno Mediano y Superior, alzamientos y descensos de las tierras, y cambios de nivel en lecho del mar que estuvieron lejos de ser uniformes en la superficie total. La extension y el espesor de las mismas capas que faltan en el Weald, tenderian á probar, que esta superficie ha cambiado algunas veces de nivel por oscilaciones reiteradas, y que mas frecuentemente que ninguna de las superficies adyacentes, ha sido transformada de mar en continente; porque las sumersiones y emersiones reiteradas de las tierras, aumentan independientemente de toda otra causa, el poder de devastacion y de transporte de las aguas, ya sean del mar, de los rios ó de las inundaciones.

Hasta el presente no se ha descubierto aun formacion miocena marina (ó *faluniana*) en ninguna parte de las islas Británicas, y no se encuentra al Sur del Támesis ninguna de las que datan del Antiguo Plioceno; pero las capas del Eoceno Superior de la isla de Wight (capas de Hempstead), han sido elevadas sobre el nivel del mar, en el cual se habian originariamente formado, y algunas de ellas, como en Alun Bay y Whitecliff Bay, han sido colocadas en posicion vertical, lo cual demuestra grandes movimientos sobrevenidos desde el orígen de las capas terciarias mas modernas del distrito. Tales movimientos han podido verificarse en gran parte á lo menos durante el período mioceno en una época en que se supone que una gran porcion de la Europa formaba ya un continente. De aquí se deduce en nuestra opinion la probabilidad de haberse verificado revoluciones en la geografía física del Weald, en épocas intermediarias entre el depósito de las capas de Hempstead y el principio del crag de Suffolk.

Todavía debemos tener presente otro intervalo de tiempo no menos largo: el que ha separado el principio del período del Antiguo Plioceno del principio del período pleistoceno; este tiempo si se toman por su medida las fluctuaciones de la fauna marina, puede haber bastado para elevar ó bajar continentes enteros, aunque la accion hubiera sido tan lenta como la que se observa hoy en Suecia y en Groenlandia.

En fin, el lector recordará lo que hemos dicho en los capítulos XI y XII sobre los transportes glaciarios y los materiales acarreados á lo lejos. Una opinion muy generalmente admitida supone, que el eje central del Weald, ha sido una tierra firme cuando comenzó el transporte tan característico del Norte; en efecto, no se ha descubierto indicio de erráticos del Norte á mayor distancia hácia el Sur, que en Highgate cerca de Londres. Si esta hipótesis es fundada, el Weald era probablemente un continente en la época en que subsistia aun el bosque hoy sepultado de Cromer en el Norfolk, y en que el Elefante, el Rinoceronte, el Hipopótamo, el Castor extinguido y otros mamíferos poblaban el país. Se puede tambien presumir, que el Weald, cuando el bosque se sepultó, continuaria recibiendo arcilla de transporte, guijo, fragmentos de creta y otros depósitos que se acumularon en algunos centenares de metros de espesor. Pero de ninguna manera se sigue que la extension del Weald haya permanecido estacionaria durante este intervalo. Su superficie ha podido ser modificada y remodificada durante el período glaciario sin haber sido no obstante sumergida nunca por el mar.

Trimmer ha representado en una serie de cuatro mapas sus ideas sobre los cambios sucesivos que la geografía física de Inglaterra y de otros puntos de Europa, ha sufrido desde el principio de la época glaciaria. En el penúltimo de estos mapas, coloca al Weald bajo las aguas en una época muy posterior al bosque de Cromer; en la cuarta, representa al Weald como convertido en tierra firme en una época en que la Inglaterra estaba unida al continente, y en que el Támesis era un rio mas considerable y de mayor extension hácia el Este que lo es hoy; este último hecho resulta de sus propias observaciones y de las de Austen sobre el aluvion antiguo del Támesis, y sus fósiles de agua dulce en puntos muy aproximados al mar. Estas conclusiones se han deducido de antecedentes que seria largo examinar aquí. Hablamos de ellos solamente para manifestar que, mientras las investigaciones de Prestwich establecen la gran antigüedad del período en que empiezan las operaciones de desnudacion, las de otros geólogos prueban, que en épocas muy modernas se han verificado importantes cambios superficiales.

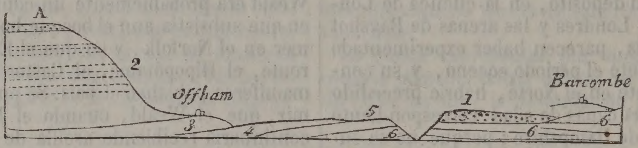
En Dinamarca y especialmente en la isla de Moen, Puggaard ha demostrado que varias capas de creta con pedernal, casi tan gruesas como la Creta Blanca de la isla de Wight y de Purbeck, han sufrido alteraciones y dislocaciones desde la formacion del drift del Norte. Las capas de creta de pedernal que se hallan expuestas en las cortaduras de los precipicios suelen ser verticales y curvas; las arenas y arcillas del drift que se hallan sobre ellas siguen las curvaturas y dobleces de las capas mas antiguas y evidentemente han sufrido la misma alteracion. Si pues, para explicar la posicion de ciertas capas de guijo, de limo ó de drift en el Sud-

este de Inglaterra, es necesario suponer grandes dislocaciones de la Creta y cambios locales de nivel en el período glaciario, tales hipótesis estan en armonía con las conclusiones que se derivan de antecedentes de otro órden, ó que pueden deducirse de la exploracion de las comarcas extranjeras.

El doctor Mantell ha observado desde hace mucho tiempo que no se encuentra indicio alguno de la creta y de sus pedernales en la cresta central de Weald ó en las arenas de Hastings, sino solamente guijo y limo originario de las rocas colocadas inmediatamente debajo. Esta distribucion del aluvion y especialmente la falta de detritus de la creta en el distrito central, concuerda con la teoría de una desnudacion anterior; porque si la creta fue en otro tiempo continua y estuvo cubierta de guijo silíceo, esta cubierta superficial habrá desaparecido de la parte superior de la cúpula mucho tiempo antes de que ninguna porcion del Gault quedara desnuda; y si algunos restos de creta quedaron al principio sobre el Gault, habran sido infaliblemente arrastrados á su vez antes que ningun punto del Gres verde Inferior haya sufrido desnudacion. Asi siguiendo el número y el espesor de los grupos arrebatados sucesivamente, se hace cada vez menos probable encontrar algunos restos del grupo superior esparcidos sobre la superficie desnuda del que estaba situado inferiormente.

Pero se dirá, si es cierto que el mar ha sido en una ó varias épocas el agente de desnudacion, se deberia encontrar al pié de los escarpados antiguas playas marinas y otras señales de la corrosion producida por las olas del Océano. En general, los fragmentos de la Creta Blanca y los pedernales no van á parar sino á corta distancia de los escarpados de los Downs del Norte y del Sur. Hay sin embargo algunas excepciones y el doctor Mantell ha indicado una en Barcombe, donde se ven los pedernales á 5 quilómetros de la creta mas próxima. Pues bien, aun en este punto se observa que el guijo no se extiende mas allá de la arcilla del Weald. Las depresiones que proceden, como la que existe entre Barcombe y Offhan, de la facilidad con que el Gault arcilloso ha sido arrastrado por las aguas, se hallan ordinariamente desprovistas de detritus superficial, aunque se pueda suponer que por su situacion al pié de los escarpados en que la destruccion ha sido mayor, han debido servir de receptáculos naturales á los restos de las rocas destruidas. El haber quedado destruidas estas cavidades parece que no puede explicarse sino por alguna catástrofe extraordinaria.

El estado anguloso de un gran número de pedernales en el drift de Barbombe puede tambien invocarse como prueba de causas de desnudacion diferentes en cuanto á la especie y la intensidad de todas las conocidas hasta aquí. Pero los geólogos que han examinado el guijo en la base de una roca caliza, en los puntos donde no está expuesto particularmente á la accion continua y violenta de las olas, saben que los pedernales conservan en él su forma angulosa. De esto se ven ejemplos en las rocas de Old-Harry en el Dorsetshire, y de Christchurch en el Hampshire. En una gran parte de esta línea de costas, los precipicios estan formados de capas terciarias, sobre las cuales hay una cubierta gruesa de guijo cuyos pedernales estan ligeramente corroidos. Como la destruccion de las quebradas es rápida, los materiales antiguos son gradualmente reemplazados por otros nuevos y sin embargo ofrecen un ejemplo palpable de ángulos bien conservados despues de dos períodos de rozamiento, el primero cuando se extendió el guijo sobre los depósitos eocenos, y el segundo cuando las arenas y arcillas eocenas minadas por las aguas dieron orígen á los escarpados actuales.



Corte del escarpado Norte de los Downs del Sur en Barcombe.

A. Lecho de pedernales de la Creta no redondeados.—1. Guijo compuesto de pedernales de la creta en parte redondeados.—2. Creta con y sin pedernal.—3. Creta inferior, ó marga cretácea.—4. Gault.—5. Gres Verde Inferior.—6. Arcilla del Weald.

La brecha de pedernales angulosos no está limitada al Weal ni á las gargantas transversales de la creta, sino que se extiende á lo largo de la costa inmediata desde Brighton á Rottingdean, donde ha sido llamada por el doctor Mantell *capa de Elefantes*, á causa de los restos de mamut que se encuentran en ella en abundancia con huesos de caballo y de otros mamíferos.

Preswich ha observado que en Sangatte cerca de Calais, en la parte de la costa que hace frente á Douvres, existe una playa igualmente desgastada por las aguas y cubierta de una brecha de pedernal anguloso. La antigua playa que servia de base se ha elevado mas de 3 metros sobre su nivel primitivo. Los pedernales que contiene han sido evidentemente redondeados al pié de una antigua quebrada de creta cuya direccion paralela á la orilla actual se puede seguir á unos 500 metros del mar. El intervalo se halla ocupado por un terraplen como de 30 metros de altura cuyos materiales son sumamente variados y complejos. Sin duda han debido acumularse sobresaliendo del nivel del mar en el delta de un rio que acarreaba Creta Blanca en gran cantidad. Es posible que este delta haya bajado lentamente mientras que las capas se formaban. Algunos de los lechos compuestos de fragmentos de creta y de pedernal parecen haber sido atravesados por canales antes del depósito de arena y de arcilla que se les sobreponen. La forma angulosa del pedernal proviene quizá, segun Prestwich de que habrian sido anteriormente quebrados en la masa misma de la creta, porque esta roca contiene frecuentemente guijarros fracturados en su mismo sitio, sobre todo cuando ha habido violentas dislocaciones. Mencionaremos tambien la presencia en el drift de Sangatte de gruesos fragmentos angulosos, algunos de los cuales miden hasta 60 céntimos de diámetro. Estan confusamente mezclados con lodo fino y guijo mas menudo; la masa general no está estratificada, y se encuentra frecuentemente demasiado apartada de las antiguas quebradas para haber constituido un declive. Lyell opina que las aguas del rio y sus tributarios se habran helado accidentalmente, y que durante la marea, el poder de la accion del hielo, unido al del agua, habrá transportado las rocas frágiles y los pedernales angulosos para abandonarlos en seguida confusamente en el momento de la fundicion del hielo, pero sin contribuir en nada á su colocacion segun sus dimensiones y su peso, como sucede en los depósitos que estratifica el agua en movimiento. Un clima análogo al que reina hoy en las orillas del Báltico ó en el Canadá hubiera sido capaz de producir semejantes efectos mucho tiempo despues

de la cesacion del frio intenso de la época glaciaria. La abundancia de los mamíferos en las regiones donde los rios estan sujetos á cubrirse anualmente de hielos es un hecho al cual estamos habituados en el hemisferio del Norte; no nos asombremos, pues, de encontrar frecuentemente restos fósiles de cuadrúpedos en formaciones de orígen glaciario.

En cuanto á la forma angulosa de los pedernales, algunas autoridades científicas la atribuyen á la violencia del transporte por las aguas, sobre todo en los casos en que los fragmentos presentan aun aristas cortantes, y estan acompañados de pedazos irregulares semejantes á los que habrian producido los choques de cuerpos muy pesados. Se ven frecuentemente estos pedernales quebrados en el terreno de transporte del valle del Támesis. Con este motivo, haremos observar que, en las capas de cantos de Blackheath y otras capas eocenas, no es raro encontrar guijarros ovoideos de pedernal en tal estado de alteracion, que el golpe mas moderado basta para romperlos; ahora bien, los guijarros arrastrados en el lecho de un rio caudaloso y rápido deben encontrarse frecuentemente expuestos á accidentes de esta naturaleza.

Es un hecho incostestable para los geólogos, que el Weald ha salido del fondo del mar despues del orígen de la creta, roca de formacion marina, y que se encuentra hoy dia en seco. Pocos negaran que una porcion del mismo terreno haya quedado debajo de las aguas hasta despues del orígen de los depósitos eocenos, porque estos son marinos tambien y van hasta el pié de las colinas de creta. Que se admita ó no el hecho de sumersiones y emersiones reiteradas sucedidas, las primeras en una época tan antigua como la de la creta superior, y las últimas, quizá durante el período de Nuevo Plioceno ó aun posteriormente, estamos obligados, en definitiva, á reconocer que en un momento cualquiera, las aguas del mar se retiraron de la comarca que tratamos. Las conchas de agua dulce y terrestres, los huesos de cuadrúpedos terrestres que se encuentran en el guijo, el limo y la brecha de pedernal de Weald, pueden indicar un orígen fluviátil, pero no podrian en manera alguna probar que el terreno no haya sido ocupado anteriormente por el mar. Lluvias abundantes ó prolongadas, inundaciones, la descomposicion lenta de las rocas por la atmósfera, la accion de los rios, algunos de los cuales eran mucho mas anchos que los que recorren hoy los mismos valles han podido modificar la superficie del suelo y borrar toda señal de la presencia del mar.

Las conchas litorales, esparcidas en otro tiempo sobre las antiguas riberas ó enterradas en las arenas de la playa, se hallan frecuentemente descompuestas hasta el punto de que no se puede señalar una fecha paleontológica precisa á los actos mas antiguos de desnudacion; pero la traslacion de la Creta y del Gres verde fuera del eje central del Weald, las desigualdades de las colinas y de los valles, las líneas prolongadas de escarpe, los valles transversales y longitudinales, todos estos fenómenos pueden considerarse como producto de la accion de las olas ó de las corrientes del mar, ayudada por descensos, alzamientos ó dislocaciones de las rocas que nadie pone en duda.

Desesperando de poder resolver por causas ordinarias el problema de la configuracion geográfica y de la estructura del Weald, algunos geólogos han supuesto irrupciones de agua salada que se habian verificado sobre las tierras cuando se elevó súbitamente el mar en la época en que se dibujó el eje anticlinal del Weald. Otros geólogos han imaginado grandes corrientes de agua dulce que habrian salido de receptáculos subterráneos en un momento en que las rocas eran agitadas por temblores de tierra muy violentos. Estos sabios han invocado con autoridad la unidad de causas y de resultados; segun ellos, la catástrofe habria sido repentina y tumultuosa, enormes fragmentos de piedras habrian sido arrastrados á grandes distancias sin romperse; el aluvion se habria esparcido sin estratificacion y comunmente en las posiciones extrañas, sobre las laderas ó la cumbre de las montañas, mientras que las partes bajas habrian estado completamente desprovistas de él. Las convulsiones se habrian hecho sentir simultáneamente en espacios tan extensos, que todos los individuos de ciertas especies de cuadrúpedos habrian sido destruidos á un tiempo; este acontecimiento en fin seria de fecha comparativamente reciente, porque las especies de testáceos que viven hoy existian ya entonces.

Esta hipótesis no es sostenible y ademas es innecesaria. Acabamos de demostrar cuán numerosos habrian sido los períodos de cambios geográficos y cuán grande habrá sido su duracion. Como pruebas invocamos la posicion relativa de la Creta y de los depósitos terciarios; la naturaleza, el carácter y el lugar que ocupan las capas; en fin, los aluviones que se encuentran en la superficie del Weald y de las comarcas inmediatas. En cuanto al detritus superficial, no debe perderse de vista que su volúmen es insignificante relativamente al de las capas que han podido desaparecer. Es evidente, que una masa montañosa de materia sólida de algunos centenares de quilómetros cuadrados de superficie, por algunos centenares de metros de espesor, ha sido arrastrada; ¿á qué distancia lo ha sido? esto es lo que no sabemos; pero ciertamente ha pasado de los límites del Weald. Para un trabajo semejante todo agente transitorio é instantáneo seria insuficiente. La única potencia capaz de producirle, es la fuerza mecánica del agua puesta en movimiento y obrando gradualmente por espacio de muchos siglos. Ya hemos demostrado que cada porcion estratificada de la costra terrestre, es el monumento de una desnudacion operada en grande escala, pero siempre con lentitud; todas las capas sobrepuestas por delgadas que sean representan elaboraciones sucesivas y separadas. Asi pues, cada vez que se pretende circunscribir el tiempo durante el cual se ha efectuado una gran desnudacion antigua ó reciente, se va á parar á negar gratuitamente el único poder mecánico conocido que sea capaz de producir tales resultados.

Si por consiguiente en cada época desde el Cambriano hasta el plioceno inclusive, masas voluminosas de materias como las que faltan en el Weald han sido transportadas de un lugar á otro y siempre gradualmente, es locura imaginar que se haya verificado una excepcion precisamente en la region en que se puede probar, que el primero y último acto de desnudacion han sido separados por tan largo intervalo de tiempo.

CAPITULO XX.

GRUPO JURASICO.—CAPAS DE PURBECK Y DE LA OOLITA.

Inmediatamente debajo de las arenas de Hastings, se encuentra en el Dorsetshire otra formacion notable de agua dulce que ha recibido el nombre de *Purbeck*, porque en los precipicios de la península de Purbeck es donde se ha hecho el primer estudio. Antiguamente las capas de esta formacion habian sido agrupadas con las de Weald, pero restos orgánicos descubiertos muy recientemente en ciertos lechos marinos de la serie han demostrado que se referia íntimamente al grupo oolítico, de que se puede considerar como el miembro mas moderno y mas elevado.

Generalmente en Inglaterra como en la mayor parte de Europa, el Weald y el Purbeck faltan y el

grupo marino cretáceo va seguido inmediatamente en el órden descendente por otra serie llamada jurásica. Este último terreno comprende las formaciones ordinariamente designadas con los nombres de oolita y lias que se observan en las montañas del Jura. La oolita ha sido llamada asi porque en el país donde fue observada por primera vez, las calizas que la componen presentan la estructura oolítica. Estas rocas ocupan en Inglaterra una zona de unos 48 quilómetros de extension desde el Yorkshire en el Nordeste hasta el Dorsetshire en el Sudoeste. Los caracteres mineralógicos no son uniformes en toda esta region, pero los nombres de las principales subdivisiones observadas en el centro y el Sud-Este de Inglaterra son las siguientes:

Oolita.

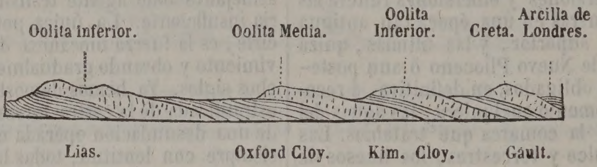
Superior.	*a.*	Lechos de Purbeck.
	b.	Caliza y arena de Portland.
	c.	Arcilla de Kimmeridge.
Mediana.	*d.*	Coral rag.
	e.	Arcilla de Oxford.
Inferior..	*f.*	Cornbrash y Forest Marble.
	g.	Grande oolita y esquisto de Stonesfield.
	h.	Tierra de batanero.
	i.	Oolita inferior.

El lias sucede á la Oolita Inferior.

El sistema Oolítico Superior de esta tabla tiene generalmente por base la arcilla de Kimmerige; el sistema Oolítico Mediano se termina por la arcilla de Oxford. El sistema Inferior reposa sobre el Lias, formacion arcillo-caliza que penetra un poco en la Oolita Inferior, pero de la cual hablaremos separadamente en el capítulo siguiente. Restos orgánicos particulares distinguen algunas de estas subdivisiones; y aunque estas varien en su espesor, se puede algunas veces seguirlas á largas distancias, sobre todo si se compara con el Nordeste de Francia y las montañas del Jura, la parte de la Inglaterra á que se refiere este tipo. En estas comarcas distantes de aquella isla mas de 650 quilómetros, la serie á pesar del poco espesor ó de la ausencia accidental de la arcilla, ofrece con el tipo inglés ordinario una analogía mucho mayor que la que se encuentra en el Yorkshire ó la Normandía.

Geografía física. Las alternativas en grande escala de formaciones distintas de arcilla y de caliza han impreso en Inglaterra y Francia una fisonomía particular á las series oolítica y liásica. Existen á través de largas extensiones de país valles profundos donde afloran las capas arcillosas; entre estos valles las calizas constituyen líneas de colinas ó de montañas que terminan en forma escarpada hácia los puntos en que las arcillas se elevan de debajo de las capas calizas.

El corte siguiente dará una idea de la configuracion del terreno tal como se puede observar desde Lóndres á Cheltenham, ó en otras líneas paralelas del Este al Oeste en el Sur de Inglaterra.



En este corte se ha exagerado mucho la inclinacion de los lechos y la altura de algunas de las formaciones comparativamente á su estructura horizontal. Se notará que las líneas escarpadas dan frente por la parte del Oeste, á elevadas eminencias calizas formadas por la Creta y por las Oolitas Superior, Media é Inferior, hácia la base de las cuales se encuentra respectivamente el Gault, la arcilla de Oxford y de Kimmeridge, asi como el Lias. Este último constituye generalmente un largo valle al pié de la Oolita inferior; pero en los puntos en que adquiere un espesor considerable y contiene capas sólidas de marga, ocupa la parte inferior del escarpado.

La configuracion exterior del país que el geólogo observa desde París á Metz es exactamente semejante; es debida á una sucesion igual de rocas del terreno terciario al Lias, con la diferencia sin embargo de que los escarpados de la Creta y de las Oolitas Superior, Media é Inferior miran al Este y no al Oeste.

La Creta aflora desde debajo de las arenas y arcillas terciarias de la cuenca de París cerca de Epernay; el Gault se manifiesta igualmente debajo de la Creta y del Gres verde Superior en Clermont y en Argonne. Yendo de esta ciudad á Metz, por Verdun y Etain, se encuentran dos líneas de colinas calizas con valles de arcilla, reproduccion exacta de los del Sur y del centro de Inglaterra; en fin, se llega á la gran llanura del Lias que se encuentra en la base de la Oolita Inferior en Metz.

Es pues evidente que las causas de desnudacion han obrado de una manera uniforme en una superficie de algunos centenares de quilómetros, atacando á las arcillas blandas mucho mas eficazmente que á las calizas é imprimiendo á estas últimas rocas la forma de escarpados pendientes, en los diferentes puntos en que tenian por base una arcilla mas fácil de destruir.

OOLITA SUPERIOR.

Capas de Purbeck. Estas capas que clasificamos como el miembro mas elevado de la oolita, ocupan en Europa una extension geográfica muy limitada, pero adquieren importancia porque ofrecen una sucesion de tres grupos fosilíferos distintos. Semejantes cambios en la vida orgánica han exigido una larga serie de siglos.

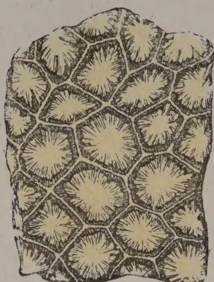
Las capas de Purbeck se hallan magníficamente representadas en la bahía de Durdlestone cerca de Swanage en el Dorsetshire, y en Lulworth Cove, asi como en las bahías vecinas, entre Weymonth y Swanage. En la bahía de Meup en particular, Forbes ha estudiado minuciosamente los restos fósiles de este grupo á través de una seccion continua de quebradas; ha demostrado que los Purbeck Superior, Medio é Inferior estan caracterizados por especies particulares de restos orgánicos, y que estas especies se diferencian, en tanto por lo menos como han podido compararse, de las de las arenas de Hastings que yacen encima, y de los de la arcilla wealdiana.

Purbeck Superior. La mas elevada de las tres divisiones es exclusivamente una formacion de agua dulce; sus capas que tienen cerca de 15 metros de espesor, contienen conchas de los géneros *Paludina*, *Physa*, *Lymnæa*, *Planorbis*, *Valvata*, *Cyclas* y *Unio*, con *Cypris* y peces. Todas las especies parecen particulares; entre ellas dominan cypris característicos. (fig. 264 *a*, *b*, *c*.)

La piedra llamada mármol de Purbeck, que se ha

Geologia.

275



274



266



273



281



272



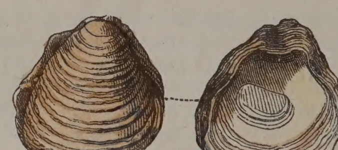
276



277



278



266. *Hemicidaris Purbeckensis*, Forbes, del Purbeck mediano.—272. Corte de la isla de Portland, en el Dorset.—273. Corte de una roca al Este de Lulworth Cove.—274. Piña de la isla de Purbeck.—275. *Isastrœa oblonga.* Placa pulimentada de Chert del Posland Sand.—276. *Trigonia gibbosa*, mitad del tamaño natural; *a.* La charnela. Portland Stone.—277. *Cardium dissimile*, una cuarta parte del tamaño natural. Portland Stone.—278. *Ostrœa expansa.* Portland Sand.—281. *Gripheavirgula*, cuarta parte del tamaño natural. Oolita superior y arcilla de Kimmeridge.

usado en otro tiempo en la arquitectura de las catedrales en Inglaterra pertenece exclusivamente á esta division.

Purbeck Mediano. Esta division mide unos 9 metros de espesor; su parte superior es una caliza de agua dulce que contiene Cypris, tortugas y peces diferentes de los que se encuentran en los lechos anteriores. Debajo de la caliza existen formaciones de agua salobre, llenas de *Cyrena*, y alternando con bancos que abundan en *Corbula* y *Melania*.

Mas abajo de un depósito puramente marino con *Pecten*, *Modiola*, *Thracia* y *Avicula* de especies todas nuevas. Se encuentran despues siempre en el órden descendente calizas y esquistos, originarios en parte del agua salobre y en parte del agua dulce, y que contienen una gran cantidad de peces, sobre todo *Lepidotus* y *Microdon radiatus*, así como un crocodiliano á que se ha dado el nombre de *Macrorhynchus*. Entre los moluscos se cita una *Melania* de costillas.

Inmediatamente debajo se halla la gran capa de tres metros de espesor conocida hace mucho tiempo por los geólogos con el nombre local de *cinder-bed* (lecho de ceniza); está formada de una gran aglomeracion de concha de *Ostrœa distorta* (fig. 265). En la parte enteramente superior de este lecho ha descubierto Forbes el primer equinodermo (fig. 266) que se hubiera abierto ya en la serie de Purbeck: es una especie de *Hemicidaris*, género característico del período oolítico que apenas se puede distinguir y á veces no se distingue de otra especie oolítica ya conocida; este equinodermo iba acompañado de una *Perna*.

Debajo del *Cinder-bed* se vuelven á encontrar nuevos lechos de agua dulce, llenos en varios puntos de diferentes especies de *Cypris* (fig. 267 *a, b, c*) de *valvata*, *Paludina*, *Planorbis*, *Limnœa*, *Physa* (fig. 268) y *Cydas* todas diferentes de las que se encuentran mas arriba en la serie. La *cypris fasciculata* (fig. 267) no tiene tubérculos mas que en las extremidades de cada valva, carácter que permite reconocerla inmediatamente. En resúmen, esos pequeños crustáceos tan abundantes en sus depósitos como las laminillas de mica y los gres micáceos, hacen encontrar el Purbeck mediano aun en las localidades distantes del condado de Dorset, por ejemplo en el valle de Wardour en Wiltshire. Se observan tambien en el Purbeck Mediano lechos gruesos y silíceos de chert llenos de moluscos y de Cypris que pertenecen á los géneros anteriormente enumerados; estos fósiles se hallan en muy buen estado de conservacion y muchas veces se han convertido en calcedonia. Forbes ha recogido igualmente en estas capas girogonitas (esporangios de *Chara*), plantas que no se habian descubierto todavía en las rocas mas antiguas que el Eoceno. En el seno de una capa de esta serie á 6 metros próximamente del Cinderbed, Brodie ha encontrado recientemente en la bahía de Durdlestone, algunos fragmentos de mandíbulas y dientes que el doctor Owen ha reconocido como pertenecientes á un pequeño mamífero insectívoro. Estos dientes provistos de puntas en forma de media luna se parecen un poco á los del Topo del Cabo (*Chrysochlora aurea*); pero el número de molares (diez por lo menos en cada rama de la mandíbula inferior) se aviene perfectamente con la raza extinguida de los *Thylacotherium* de la Oolita de Stonesfield. Lo mismo que en este último animal, la apófisis angular de la mandíbula no está encorvada hácia dentro como se observa en los marsupiales, y Owen ha deducido de esto que el *spalacotherium* debia ser colocado en la clase ordinaria de los mamíferos monodelfos ó placentarios.

La rareza de los restos de mamíferos en los depósitos oolíticos, y su ausencia hasta el dia en los depósitos cretáceos, hacen suponer que estos animales fueron poco abundantes en dichos períodos, y su número limitado debió probablemente coincidir con el desarrollo mas considerable de la fauna erpetológica, comparada con la de las épocas terciaria ó reciente. Si esto fuera así, el fenómeno no tuvo relacion alguna con las condiciones primeras é incompleta del planeta, como lo han imaginado ciertos geólogos; porque muy lejos de ser particular á una época primaria y aun á una época secundaria antigua, pertenece á la Creta de Maestricht, la mas reciente subdivision de las series cretáceas, y se manifiesta en ella de una manera mas marcada que en las rocas oolíticas mas antiguas. Sin embargo, en la imperfeccion actual de nuestros conocimientos sobre los animales terrestres de los períodos cretáceo y jurásico, animales que se han recogido exclusivamente en capas marinas y fluviátiles, y en atencion á nuestra ignorancia absoluta de los depósitos que se han formado en los lagos y en las cavernas de igual fecha, seria prematuro intentar generalizaciones sobre la naturaleza de una fauna terrestre tan antigua.

Mas abajo de las capas de agua dulce que acabamos de describir, es decir, en la base del Purbeck Mediano, existe una faja muy delgada de esquistos verdosos con conchas marinas é impresiones de hojas, entre las cuales se observan las de una gran *Zostera*.

Purbeck Inferior. Debajo de esta faja delgada de formacion marina, se encuentran especies de *Cypris* (fig. 269 *a, b,*), *Valvata* y *Limnœa*, diferentes de las del Purbeck Mediano. Allí comienza la division inferior que mide 28 metros de espesor. Despues de estas margas, en la bahía de Meup, se ven lechos de agua salobre de mas de 9 metros de espesor que abundan en una especie de *Serpula*, semejante sino idéntica á la *Serpula coacervites* de los lechos de la misma edad en el Hannover. Se encuentran igualmente allí, con Cypris, conchas del género Rissoa (sub-género *Hidrobia*) y un pequeño *Cardium* (sub-género *Protocardium*). A la extremidad Oeste de la isla de Purbeck, algunos de los esquistos de Cypris estan muy encorvados y rotos.

El gran lecho de lodo (*dirt—bed*) que queda por describir, antiguo suelo vegetal donde yacen raices y restos de Cycadeas, está debajo de estas margas, y reposa sobre una caliza de agua dulce inferior; esta caliza que tiene 2 metros próximamente de espesor, contiene *Cyclas*, *Valvata* y *Limnœa*, de las mismas especies que las de la parte del Purbeck Inferior que cubre el lecho de lodo. A su vez la caliza de agua dulce está encima de los lechos superiores de Portland Stone, la cual á pesar de la naturaleza exclusivamente marina de sus fósiles, posee frecuentemente caracteres mineralógicos en un todo semejantes á los de la caliza del Purbeck Inferior.

De todas las series de capas precedentes, la mas notable es la qué los canteros llaman *lodo (the dirt) ó lodo negro (black dirt)*, indudablemente ha sido en otro tiempo un suelo vegetal. Su espesor es de 30 á 45 centímetros; su color es pardo negruzco ó mas bien negro; contiene una gran proporcion de lignito terroso. Al través de su masa se hallan diseminados fragmentos de piedra redondeados de 75 á 225 milímetros de diámetro, y en número bastante grande para constituir una especie de guijo. En la capa se encuentran sepultados trozos silicificados de Coníferas y restos de plantas inmediatas á las *Zamia* y *Cicas* (figura 270, especie fósil, y 271, *Zamia viva*). Estas plantas han debido ser convertidas en fósiles en los puntos mismos donde han vegetado; los troncos de árboles se hallan en posicion vertical; su longitud varía de 30 á 40 centímetros; uno de ellos media mas de 2 metros. Las raices estan fijas al suelo y tan separadas unas de otras como los árboles de los bosques. La materia carbonosa abunda alrededor de los restos.

Ademas de estos troncos en posicion vertical, el lecho de lodo contiene fragmentos de árboles silicificados, sepultados en parte en la tierra negra y en

parte envueltos en un esquisto calizo que cubre el lecho del lodo. Estos troncos tendidos tienen rara vez mas de 90 centímetros á 1 metro y 20 centímetros, pero reuniendo muchos de ellos, se ha podido restaurar algunos individuos que han presentado desde la raiz á las ramas 7 metros próximamente, porque su tronco no empieza á ramificarse hasta una altura de 5 á 6 metros. El diámetro de estos troncos era de 30 centímetros cerca de las raices. Henslow ha observado cavidades que presentaban la forma de raices, y descendian del fondo del lecho de lodo á la piedra de agua dulce que se encuentra debajo; esta piedra, que hoy se ha vuelto sólida, podia ser blanda y fácil de penetrar en la época en que los árboles crecian. Los lechos delgados de esquisto calizo (fig. 272) indican evidentemente un depósito tranquilo, y hubieran sido horizontales á no ser por las eminencias que forman los troncos de árboles en cuyo vértice forman concreciones hemisféricas.

El lecho de lodo no está limitado á la isla de Portland; se le encuentra en la misma posicion relativa á lo largo de las quebradas Este de Lulworth Cove, en el Dorsetshire; las capas han sido trastornadas hasta el punto de sufrir una inclinacion de 45 grados, y los troncos de árboles se encuentran inclinados bajo el mismo ángulo en una direccion transversal; este es un bello ejemplo de un cambio de posicion de capas primitivamente horizontales (fig. 273). Indicios de un lecho de limo han sido observados por Fisher en Ridgway; el doctor Buckland los ha descubierto á 3 quilómetros Norte del Támesis, en el Oxfordshire, y el doctor Fitton, en las rocas del Boloñés, en la costa de Francia; pero, como se debia esperar, este depósito de agua dulce presenta una extension limitada comparativamente á la mayor parte de las formaciones marinas.

De los hechos que preceden se puede deducir desde luego que los lechos de la Oolita Superior, llamados *el Portland*, y que estan llenos de conchas marinas, estuvieron en un principio cubiertos de lodo fluviátil; que mas tarde este habiendo quedado en seco se cubrió de bosques en toda la extension del espacio que constituye hoy el Sur de la Inglaterra, y esto en una época en que el clima permitia el desarrollo de los *Zamia* y los *Cycas*; que despues el suelo bajó y fue sumergido con sus bosques por una masa de agua dulce donde se depositó un sedimento con conchas fluviátiles. Finalmente la conservacion regular y uniforme de esta capa delgada de tierra negra en una extension de algunos quilómetros, demuestra que la conversion del suelo elevado en lago de agua dulce ó en estuario, no fue acompañada de desnudacion alguna violenta, ni de irrupcion de las aguas, puesto que la tierra negra movediza, asi como los árboles que yacen en su superficie, hubieran sido inevitablemente arrastrados y hubiera sobrevenido alguna catástrofe violenta.

Acabamos de describir el lecho de lodo en su modo de ser mas sencillo, pero en ciertos puntos presenta una disposicion mucho mas complicada. El bosque no ha sido siempre la primer vegetacion desarrollada en esta region, se han descubierto debajo del lecho de lodo otros dos lechos de arcilla carbonosa, uno de los cuales contenia *Cycadeas* en posicion vertical; otro lecho se encuentra encima, y estas diversas circunstancias indican numerosas oscilaciones en el nivel de este terreno, muchas veces ocupado y abandonado despues por las aguas.

Tabla que indica los cambios de los medios en que se han formado las capas, en el Sud-Este de Inglaterra, desde el Portland Stone hasta el Gres verde Inferior inclusive, á partir de los mas inferiores.

1.	Marino.	Portland Stone.
2.	De agua dulce.	Purbeck Inferior.
	Terrestre.	
	De agua dulce.	
	Terrestre.	
	De agua dulce.	
	Terrestre (lecho de lodo).	
	De agua dulce.	
	Terrestre.	
	De agua salobre.	
	De agua dulce.	
3.	Marino.	Purbeck Mediano.
	De agua dulce.	
	Marino.	
	De agua salobre.	
	Marino.	
	De agua salobre.	
	De agua dulce.	
4.	De agua dulce.	Purbeck Superior.
5.	De agua dulce.	Arenas de Hastings.
	De agua salobre.	
	De agua dulce.	
6.	De agua dulce.	Arcilla wealdiana.
7.	Marino.	Gres verde inferior.

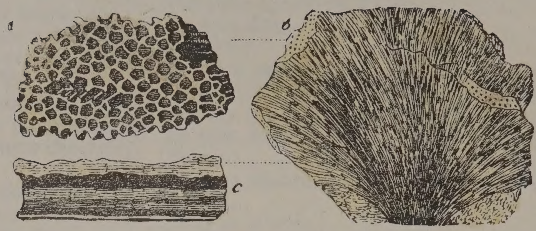
Esta tabla permite comprender á un simple golpe de vista los cambios que han tenido lugar sucesivamente en esta parte de Inglaterra, entre los períodos Oolítico y Cretáceo; un rio ha sucedido á un mar; ó un mar á un rio, ó á este una tierra, y asi sucesivamente. Las observaciones recientes de Forbes han demostrado por lo menos cuatro cambios de especies de testáceos durante el depósito de los lechos de Weald y de Purbeck. No deberia, pues, extrañarse el que en adelante se descubrieran aun los indicios de otras muchas ocupaciones del mismo terreno por elementos nuevos. Aun durante una pequeña parte de tal época que no haya sido bastante larga para que ciertas especies hayan podido desaparecer, se notará que el mismo suelo habrá estado alternativamente en seco, despues sumergido y luego nuevamente en seco, como se observa en los deltas del Po y del Ganges, cuya historia y modo de formacion, se conocen por la abertura de pozos artesianos. Revoluciones semejantes se han verificado en 1819 en el delta del Indus en Cutch, donde la tierra se ha encontrado durante cierto tiempo cubierta por aguas de rio y de mar, sin que el suelo ni los arbustos hayan sido arrancados. Independiente de los movimientos verticales de la tierra, observamos en los deltas principales, como el del Missisipi que el mar se extiende cada año durante meses enteros sobre superficies considerables que en la estacion de las inundaciones, son invadidas por las aguas de rio.

Conviene observar que la division del Purbeck en partes Superior, Media é Inferior, ha sido establecida por Forbes, segun el principio rigoroso, de la distincion de las especies orgánicas que contienen. Las líneas de demarcacion no son líneas de dislocacion, tampoco son indicadas por ningun carácter físico palpable, ni por cambios mineralógicos. Los caracteres que distinguen el Purbeck, asi como á los lechos de lodo, las capas dislocadas de Lulworth y el lecho de ceniza, no indican positivamente perturbacion alguna en la reparticion de los seres organizados. «Se deben buscar, dice este naturalista, las causas que por tres veces han operado un cambio completo de la vida durante el depósito de las capas de agua dulce y de agua salobre, no solo en las transformaciones rápidas ó instantáneas del suelo alternativamente sumergido y seco, sino tambien en el transcurso de tiempo considerable que ha pasado entre las épocas del depósito.»

289



294



280



283



285



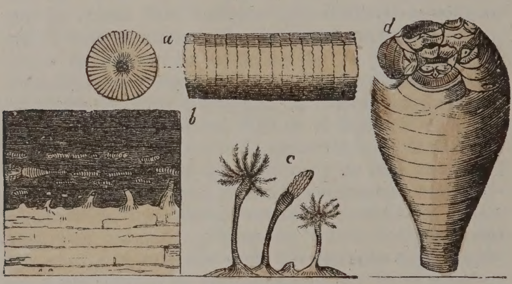
282



291



295



280. *Ostræa delloida*, cuarta parte del tamaño natural. Oolita Superior y arcilla de Kimmeridge.—282. *Trigonellites latus*, arcilla de Kimmeridge.—283. Esqueleto de *Plerodactylus crassirostris*, Oolita de Pappenheim, cerca de Solenhofen.—285. *Thamnastrea* Coral Rag, Steeple Ashton.—289. Molde de *Diceras arietina;* Coral Rag de Francia.—291. *Belemnites hastalus*, de Oxford clay. —294. *Eunomia radicata*, Lamouroux; *a*. Corte al través de los tubos; *b*. Corte vertical, que presenta la irradiacion de los tubos; *c*. Porcion de interior de un tubo, aumentada y mostrando su superficie estriada.—295. *Apiocrinites rotundus* ó Encrino pera, fósil de Bradford; *a*. Tallo de *Apiocrinites* y una de sus articulaciones; *b*. Corte de la Grande Oolita, en Bradford y arcilla que la corona, con encrinos fósiles; *c*. Tres individuos completos de *Apiocrinites* representados en su manera de crecer en la superficie de la gran Oolita; *d*. Cuerpo de *Apiocrinites rotundus*.

Geologia.

292



287



298



284



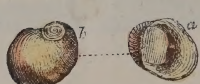
286



288



301



299



300



302



284. *Thecosmilia annularis* Coral Rag de Steeple Ashton.—286. *Ostræa gregarea.* Coral Rag, Steeple Ashton.—287. *Nerinæa hieroglyphica*, Coral Rag.—288. *Nerinæa Goodhallii.* Coral Rag de Weymouth.—292. *Ammonites Jason*, arcilla de Oxford.—298. *Purpuroidæa nodulata*; cuarta parte del tamaño natural.—300. *Patella rugosa*, grande Oolita.—301 *Nerita costulata*, Desh., grande Oolita.—302. *Rimula* ó *Emarginula clathrata*, Sow., grande Oolita.—299. *Cylindrites acutus* ó *Actæon acutus*, grande Oolita de Michinhampton.

Cada lecho de lodo puede recordar sin duda algunos miles de años, porque los bosques mas antiguos de los trópicos, apenas dejan en el suelo que los ha sostenido algunos centímetros de tierra vegetal como monumento de su existencia. Sin embargo, aun admitiendo que los suelos fósiles del Purbeck Inferior representen una serie de siglos tan considerable, no debe esperarse verlas constituir líneas de separacion entre las capas sucesivas, caracterizadas por diferentes tipos zoológicos. La conservacion de un trozo de suelo vegetal durante la sumersion, debe considerarse como una rara excepcion á la regla general. Una capa de naturaleza tan poco consistente, no podria menos de ser arrebatada por las olas, las corrientes marinas y aun las aguas de los rios. Independientemente de los lechos de lodo que subsisten aun en el Purbeck, han existido probablemente otros muchos que han desaparecido sucesivamente. Las plantas encontradas hasta ahora en las capas, son principalmente Helechos, Coníferas (fig. 274) y Cicadeas (fig. 270). No se encuentran en ellas Dicotiledones angiospermas, que es una vegetacion mas bien oolítica que cretácea. Los animales vertebrados ó invertebrados, lo mismo que las plantas, muestran en ellas mas afinidad con el período oolítico que con el de la Creta. Brodie ha descubierto en el depósito restos de insectos Homópteros y Trichópteros; algunos de estos insectos viven hoy sobre las plantas, otros revolotean en la superficie de nuestros rios.

Caliza y arena de Portland. Ya hemos dicho que el Portland Stone formaba en el Dorsetshire la base de la caliza de agua dulce del Purbeck Inferior, esta division es la que ha dado las piedras para la construccion de San Pablo y de los principales edificios de Londres. Reposa sobre una capa gruesa llamada *Arena de Portland*, que contiene fósiles marinos casi semejantes, y está sobrepuesta á la arcilla de Kimmeridge. Estas formaciones oolíticas superiores, no se encuentran en Inglaterra mas que en las comarcas del Sur. Los corales son raros en ellas, aunque una especie abunda en Tisbury, en el Wiltshire, en las arenas de Portland; el chert y el pedernal han sustituido á la materia caliza primitiva (fig. 275).

Arcilla de Kidmeridge. Esta arcilla se halla compuesta en gran parte de esquistos bituminosos, que á veces dan una hulla impura; su espesor llega á algunos centenares de metros. En ciertos puntos del Wiltshire, se parece á la turba; la materia bituminosa debe entonces proceder en parte de la descomposicion de los vegetales; pero como las impresiones de plantas son raras en estos esquistos, que contienen al contrario Ammonitas, ostras y otras conchas marinas, el betun puede muy bien tener un orígen animal. Entre los fósiles característicos se hallan el *Cardium striatulum* (fig. 279), y la *Ostrœa deltoidea* (fig. 280); esta última se halla esparcida en la arcilla de Kidmeridge en toda la Inglaterra y en el Norte de Francia, asi como en Escocia, donde se encuentra cerca de Brora. La *Gryphœa virgula* (fig. 281), se encuentra en la misma arcilla cerca de Oxford; es tan abundante en la Oolita Superior de Francia, que se ha dado á los depósitos que forma el nombre de *Marga de Grifeas virgulas*. Cerca de Clermont, en Argoune, á algunos quilómetros de Sainte-Menehould, estas margas endurecidas, afloran debajo del Gault. Se han visto surcos abiertos por el arado enteramente cubiertos de estas ostras fósiles. El *Trigonellites latus* (*Aptychus* de algunos autores) (fig. 282), existe tambien en la arcilla en gran abundancia. La verdadera naturaleza de esta concha, de que se cuentan muchas especies en las rocas oolíticas, no es aun bien conocida; algunos geólogos creen que las dos valvas constituian la molleja de este cefalópodo, porque en el Nautilo vivo, se observa una molleja de pliegues córneos; se sabe igualmente, que el de la *Bulla* está formado de dos placas calizas.

La célebre piedra litográfica de Solenhofen, en Baviera, pertenece á una de las divisiones superiores de la Oolita, y ofrece un ejemplo notable de la variedad de los fósiles que pueden conservarse en circunstancias favorables. No podria imaginarse con qué delicadeza son imitadas las partes mas tiernas y mas frágiles de los animales y de las plantas, cuando estan contenidas en un sedimento muy fino. Aunque el número de los testáceos y de las plantas sea poco considerable en este esquisto marino, Munster habia ya determinado doscientas treinta y siete especies en 1833; Lyell observó siete especies de Pterodáctilo (figura 273), seis saurios, tres tortugas, sesenta especies de peces, cuarenta y seis de crustáceos y veintiseis de insectos. Estos últimos, entre los cuales hay una Libelula, deben haber sido llevados al mar por el viento, y procedian del mismo suelo que los Pterodáctilos y los reptiles citados mas arriba.

OOLITA MEDIANA.

Coral rag. Se ha dado el nombre de *Coral Rag*, á una de las calizas de la Oolita Mediana, que se compone especialmente de una serie de lechos de coral petrificados, que conservan aun en su mayor parte la posicion que tenian en el mar en la época en que se desarrollaban. Estos corales tienen por sus formas mas analogía con los políperos de los arrecifes del Océano pacífico, que los de ningun otro miembro de la Oolita. Pertenecen generalmente á los géneros *Thecosmilia* (fig. 284), *Protoseris* y *Thamnastrœa*; algunas veces presentan masas de 5 metros de espesor. En la fig. 285, que reproduce una Thamnastræa de esta formacion, se observa que las cavidades en forma de copa son cada vez menos profundas desde el lado derecho hácia el izquierdo, en el cual son casi nulas. Por este lado el desarrollo parece acabado, mientras que en el otro es todavía incompleto. Estas capas de corales se extienden al través de las colinas calizas del N. O. de Berckshire y del Norte del Wiltshire, para manifestarse de nuevo en el Yorkshire, cerca de Scarborough.

La *Ostrœa gregarea* (fig. 286), caracteriza perfectamente esta formacion en Inglaterra y en el continente.

Una de las calizas del Jura, contemporánea del Coral Rag de Inglaterra, ha sido llamada por Thirria *Caliza de Nerineas*. Las Nerineas constituyen un género extinguido de conchas univalvas que se parecen mucho exteriormente al *Cerithium*.

El corte (fig. 287), presenta la forma curiosa de la parte hueca de cada vuelta de espina, asi como el canal que ocupa el centro de la columnilla. La *N. Goodhallii* (fig. 288); es otra especie inglesa del mismo género; procede de una formacion que parece servir de paso entre la arcilla de Kimmeridge y el Coral Rag.

Una division de la Oolita de los Alpes que varios geólogos han considerado como contemporánea del Coral Rag de Inglaterra, ha sido frecuentemente designada con el nombre de *Caliza de Dicerates*, porque contiene una gran cantidad de conchas bivalvas (véase la fig. 289), de un género parecido á los *Chama*.

Arcilla de Oxford. Debajo del Coral Rag, y de las arenas llamadas *grits calizos*, y de la oolita mediana que la acompaña, se encuentra una capa gruesa de arcilla llamada *Arcilla de Oxford*, y que llega algunas veces á 150 metros de espesor. En lugar de corales presenta una gran cantidad de cefalópodos de los géneros Ammonita y Belemnita (fig. 291 y 292). Cuando la arcilla es muy fina, las Ammonitas estan perfectamente conservadas, aunque algo comprimidas; de cada lado de su boca parte una especie de prolongacion en forma de cuerno (fig. 292). Se han encontrado estos moluscos en 1841, en los desmontes del camino de hierro del Great Western, cerca de Chippenham

Mantell ha observado prolongaciones semejantes en conchas de Belemnita de la misma arcilla (fig. 293), y ha podido de este modo dar nuevos detalles sobre la estructura de estos singulares cefalópodos.

OOLITA INFERIOR.

Cornbrash y Fores Marble. La division superior de esta serie, mucho mas extensa que la oolita mediana, es llamada en Inglaterra *Cornbrash*. Consiste en arcilla y gres calizos, que por la parte inferior pasan al forest marble, especie de caliza arcillosa abundante en fósiles marinos. En algunos puntos, como en Bradford, esta caliza se halla reemplazada por una masa de arcilla. Los gres del forest marble, en Wiltshire, estan frecuentemente ondulados y llenos de fragmentos de conchas y de trozos de madera llevados por las aguas, lo cual indica un orígen litoral. Se usan las piedras tejeras (*tile-stones*), para cubrir los edificios; estan separadas por fajas delgadas de arcilla que han tomado su forma, y conservan una impresion tan perfecta de las eminencias y depresiones ondulatorias de la arena, que se puede distinguir en ellas aun la huella de algunos animales pequeños probablemente cangrejos. Igualmente se observan en ellas pinzas de crustáceos, fragmentos de erizos de mar, y otros vestigios que demuestran la proximidad de una playa antigua.

Gran Oolita. Aunque el nombre de Coral Rag se haya reservado á un miembro de la Oolita Superior; algunas partes de la Oolita Inferior merecen igualmente el nombre de Caliza coralina. La Gran Oolita, por ejemplo, cerca de Bath, contiene diferentes corales, entre los cuales la especie notable *Eunomia radiata* (fig. 294), forma masas de algunos metros de circunferencia; este desarrollo, ha necesitado sin duda, como para las *Meandrinas* de los trópicos, una larga sucesion de siglos.

Diferentes especies de *Crinoides* son tambien muy comunes en estas mismas rocas, y como los corales, han debido crecer en un fondo sólido sin ser movidas durante muchos años (*e* fig. 295). Estos fósiles se hallan casi siempre limitados á las Calizas.

Se observa sin embargo una excepcion en Bradfort, cerca de Bath, donde se hallan sepultados en arcilla. En este punto, la superficie sólida superior de la Gran Oolita, parece haber estado cubierta durante cierto tiempo de un espeso bosque submarino compuesto de estos magníficos zoófitos, y tal estado duró hasta el momento en que el agua limpia y tranquila fue invadida por una corriente cargada de lodo que derribó las Crinoides y rompió sus troncos á flor de tierra. Las capas se hallan todavía en su posicion original, pero las numerosas articulaciones que formaban en otro tiempo el tronco, las ramas y el cuerpo de esta clase de zoófitos, han sido diseminados al azar en el depósito arcilloso. Esta disposicion está figurada en el corte *b* de la fig. 296, donde las tintas mas oscuras representan la arcilla de Bradford, que algunos geólogos clasifican con el Fores Marble, y otros con la Gran Oolita. La superficie superior de la caliza está completamente incrustada de una especie de redecilla continua, formada por las raices petrosas ó inserciones de los Crinoideos; pero ademas de esta prueba de la permanencia prolongada de los zoófitos sobre el suelo calizo, se encuentra un gran número de articulaciones ó placas circulares del tronco y del cuerpo del Enerino, separadas y cubiertas de Serpulas. Estas incrustaciones no han podido empezar á desarrollarse sino despues de la muerte de los Enerinos, cuyas pequeñas porciones han sido diseminadas en el Océano antes de la irrupcion del lodo arcilloso. Algunas veces se observa que las Serpulas despues de acabar de crecer, han sido cubiertas á su vez por un briozoario, llamado *Berenicea diluviana*, y que varias generaciones de estos moluscos se han sucedido en el agua pura antes de volverse fósiles.

Asi como los pinos y cicadeas del antiguo *lecho de lodo*, ó bosque fósil del Purbeck Superior, fueron destruidos por una sumersion de agua dulce, y muy pronto sepultados bajo sedimentos cenagosos, del mismo modo se puede suponer que una invasion de la materia arcillosa detuvo súbitamente el crecimiento de los Enerinos de Bradford, y contribuyó á su conservacion en las capas marinas.

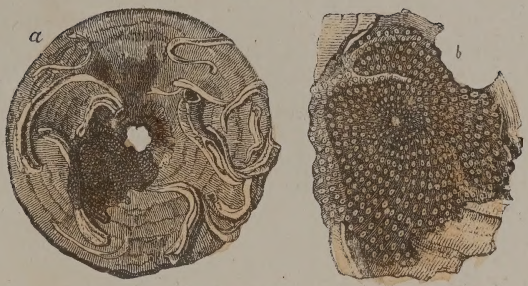
Los zoólogos explicarian estas diferencias entre los fósiles de los depósitos calizos y los de los depósitos arcillosos, por diferencias correspondientes en la estacion de las especies; pero las variaciones que existen entre los fósiles de las series superior, mediana é inferior de la oolita, deben atribuirse á la gran ley en los cambios de la vida orgánica, segun la cual diferentes conjuntos de especies han sido durante la sucesion de las épocas geólogicas, apropiadas á las condiciones variadas de la superficie habitable del suelo. Seria difícil decidir, para cada distrito en particular, hasta qué punto la limitacion de las especies á ciertas formaciones mas restringidas, puede atribuirse á la influencia local de las estaciones, á la duracion del tiempo, ó á la ley de creacion y de destruccion; pero nosotros admitiremos este último género de influencias, si comparamos la serie oolítica entera de Inglaterra con la de ciertas partes del Jura, de los Alpes y de otras comarcas distantes, que apenas ofrecen semejanza litológica; y sin embargo, algunos de los mismos fósiles son particulares, en cada uno de estos paises, á las formaciones de la Oolita Superior, Media é Inferior. Thurmann ha observado cuán verdadero es el hecho en el Jura Bernés, aunque las divisiones arcillosas tan notables en Inglaterra se hallan en él escasamente representadas, y aun algunas falta incompletamente.

La arcilla de Bradford tiene frecuentemente 18 metros de espesor; falta en algunos puntos; en otros donde no hay caliza, se la separa difícilmente de las arcillas que estan encima (*Forest Marble*), tanto como de las que se encuentran debajo (*tierra de batanero*). La porcion caliza de la Gran Oolita, consiste en diversas rocas conchíferas, una de las cuales, la Oolita de Bath, es célebre como piedra de construccion. En algunos cantones del Gloucestershire, y particularmente cerca de Minchinhampton, la Gran Oolita, dice Lycett, debe haberse depositado en un mar poco profundo donde existian fuentes corrientes, porque el carácter mineralógico del depósito cambia con frecuencia, y ciertas capas presentan una falsa estratificacion. En otros puntos se ven, entre montones de conchas rotas, piedras extrañas á las rocas de la inmediacion, como fragmentos desgastados de madréporas, de leños dicotiledones y pinzas de cangrejos. Las capas conchíferas han sufrido tambien algunas veces una desnudacion, y la arcilla ha reemplazado á las porciones desprendidas. En estas capas se encuentran habitualmente conchas de los géneros *Patella, Nerita, Rimula* y *Cylindrites* (figs. de la 299 á la 302), mientras que los cefalópodos son raros en ellas, y en lugar de Ammonitas y Belemnitas se encuentran muchas variedades de Traquelípodos carnívoros. Entre ciento cuarenta y dos especies de univalvos recogidas en Minchinhampton, ha contado Lycett hasta cuarenta y una de carnívoros. Pertenecen principalmente á los géneros *Buccinum*, *Pleurotoma*, *Rostellaria*, *Murex*, *Purpuroidea* (fig. 298) y *Fusus*; es un conjunto de moluscos zoófagos poco diferente del que se observa en los mares cálidos actuales. Estos resultados cronológicos son tanto mas curiosos, cuanto que hasta el presente se creia en la ausencia completa de Traquelípodos carnívoros en rocas tan antiguas como la Gran Oolita. Se admitia que estos

293



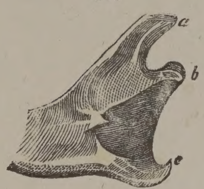
296



308



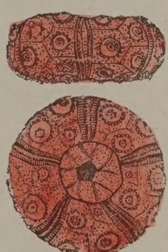
309



297



290



310



311



290. *Cidaris coronata*, Coral Rag.—293 *Belemnites Puzosiamus* de la arcilla de Oxford de Christian Malford; *a*, *a*. Prolongacion de la concha ó fragmocono; *b*, *c*. Porcion exterior, rota, de una concha cónica llamada el fragmocono, la cual es tabicada en su interior, es decir, que se compone de celdillas cóncavas, atravesadas por un sifon; *e*, *d*. Parte comunmente llamada Belemnita. —296; *a*. Placa separada ó articulacion de Encrino, á la cual se han adherido Serpulas y Briozoarios; tamaño natural; *b*. Porcion de la misma aumentada para mostrar el briozoario *Berenicea diluviana*, que cubre una de las *Serpulas*.—297. *Terebratula digona*, tamaño natural.—308. Porcion de mandíbula inferior de la *Tupaia Tana*, doble del tamaño natural. Extremidad vista por detrás, mostrando la curvatura ligera del ángulo en *c*.—309. La misma vista de lado. —310. Porcion de mandíbula inferior del *Didelphys Azaræ* del Brasil; tamaño natural. La extremidad, vista por detrás y mostrando la curvatura del ángulo de la mandíbula, *c*, *d*.—311. La misma vista de lado.

304

317





316



306



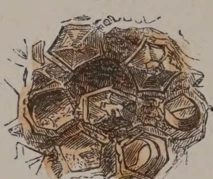
312



307



313



318



319



305



303



303. Elitro que se supone ser de *Buprestis*, Stonesfield.—304. Hueso de reptil que en un principio se habia supuesto ser de un cetáceo Gran Ootila de Enstone, cerca de Wodstoek.—305. *Amphiterium Prevostii*; *a*. Apófisis coronoides; *b*. Condilo; *c*. Angulo de la mandíbula; *d*. molar de doble raiz.—306. *Amphitherium Broderipii*, tamado natural.—307. *Tupaia Tana*, rama derecha de la mandíbula superior; tamaño natural. Mamífero insectívoro moderno de Sumatra.—312. *Phascolotherium Bucklandi*; *a*. Tamaño natural; *b*. Molar aumentado.—313. Porcion de fruto fósil del *Podocarya*, aumentado; Oolita inferior.—317. *Terebratula fimbria*. Oolita inferior.—318. *Rhynchonella spinosa*. Oolita inferior.—319. *a*. *Pholadomya fidicuta*; tercera parte del tamaño natural; *b*. Perfil en forma de corazon.

moluscos no habian empezado á aparecer en gran número hasta la época de las formaciones eocenas, y cuando dos grandes familias de cefalópodos, los Ammonitas y las Belemnitas hubieron cesado de existir.

Esquisto de Stonesfield. Lonsdale ha demostrado, que el esquisto de Stonesfield pertenece á la base de la Grande Oolita. Es una caliza conchífera ligeramente oolítica que forma grandes masas esferoidales diseminadas en la arena con 1 metro, 80 centímetros solamente de potencia, pero rica en restos orgánicos. Contiene cantos rodados que proceden de una roca muy análoga; quizá estos guijarros son todos simplemente partes del mismo depósito que habran sido rotos en la ribera en las mareas bajas ó durante las tempestades, y despues se habran estratificado de nuevo. Se encuentran en este esquisto Belemnitas, Trigonias y otras conchas marinas, como tambien fragmentos de leños é impresiones de helechos, de cycadeas y de otras plantas. Diversos restos de insectos, por ejemplo élitros, estan perfectamente conservados (fig. 303); algunos de estos insectos son muy vecinos del género *Buprestis*. Se han descubierto en la misma caliza algunas especies de reptiles, tales como el *Plesiosauro*, *Cocodrilo y Pterodactylo*.

Los fósiles mas notables son de los mamíferos. El lector recordará, que antes del descubrimiento del *Spalacotherium* de los lechos de Purbeck en 1854, no se habian encontrado aun osamentas de cuadrúpedos terres ó de cetáceos en ninguna de las rocas tan antiguas como el Eoceno. Por otra parte, hemos visto que las plantas terrestres no eran raras en la formacion cretácea inferior, y que en el Weald existia evidentemente en grande escala un sedimento de agua dulce conteniendo diferentes plantas, y aun antiguos suelos de vegetales. Se encuentra tambien en el Weald un gran número de reptiles terrestres y de insectos alados, lo que hace mas admirable aun la ausencia de todo cuadrúpedo. Otra circunstancia no menos notable es, la ausencia total de osamentas de ballenas, de vacas marinas, de delfines y de otros mamíferos acuáticos en la Oolita Superior y en la Oolita Mediana. Es verdad que se ha citado en otro tiempo un hueso encontrado en la Grande Oolita en Enstone cerca de Woodstock, en el Oxfordshire, y que, segun la autoridad de Cuvier, se refiere á los Cetáceos. Habiendo enviado el doctor Buckland á Lyell este pretendido resto de ballena, Owen le examinó y fue de parecer que no pertenecia á esta familia; el antebrazo en estos mamíferos marinos, es invariablemente mas fuerte; ademas, está desprovisto de depresiones y crestas de inserciones musculares, mientras que se observa hácia el medio del hueso en cuestion una eminencia muy marcada (fig. 304). Ahora bien, como en los Saurios estas asperezas existen para sujetar músculos, es probable que este hueso pertenezca á algun animal de este órden.

Se comprende desde luego todo el interés que tiene el haber descubierto en el esquisto de Stonesfield siete mandíbulas inferiores de cuadrúpedos mamíferos pertenecientes á tres especies y á dos géneros llamados *Amphitherium y Phascolotherium*. Cuando en 1818 se hizo ver á Cuvier una de estas osamentas, declaró que procedia de un mamífero pequeño provisto de una mandíbula semejante á la del *Oposcum*, y diferente de todos sus congéneres por el gran número de molares, de los cuales existian lo menos diez en cada lado. Despues el doctor Buckland descubrió un ejemplar mas perfecto (fig. 305), y Owen pudo contar doce molares, un alveolo de canino pequeño y tres incisivos pequeños en su lugar, total diez y seis dientes en cada lado de la mandíbula inferior.

En cuanto á la cuestion de saber si estos fósiles pertenecen á un mamífero, á un reptil ó á un pez, el osteólogo observa, que cada una de las semi-mandíbulas está compuesta de una sola pieza y no de dos ó tres huesos separados como en los peces y en la mayor parte de los reptiles, ó de dos huesos reunidos por una sutura como en algunas especies de estas dos clases.

Ademas, el cóndilo (*b* fig. 305) ó superficie articular, es convexa en las mandíbulas de Stonesfield, y no cóncava como en los peces y los reptiles. La apófisis coronoides (*a* fig. 305), está muy desarrollada, mientras que es pequeña ó falta enteramente en las clases inferiores de los vertebrados. En fin, los dientes molares en los *Amphitherium y Phascolotherium*, tienen la corona complexa y dos raices (*d* fig. 305) en lugar de ser simple y tener una sola raiz. Resta decidir si el mamífero fósil encontrado en la Oolita Inferior del condado de Oxford debe ser referido á los cuadrúpedos marsupiales ó bien á la serie de los placentarios ordinarios. Cuvier habia hecho observar hace mucho tiempo en la forma de la apófisis angular (*c* figs. 310 y 311) de la mandíbula inferior una particularidad que caracteriza al género *Didelphis*; Owen ha establecido despues, que este carácter se aplicaba á la serie entera de los Marsupiales. En todos estos cuadrúpedos de bolsa, la apófisis se halla dirigida hácia dentro como en *c d* de la fig. 310, que representa un *Oposum* del Brasil, mientras que en la serie de los placentarios, como en *e* fig. 308 y 309, esta inflexion apenas está marcada. La *Tupaia Tana* de Sumatra, ha sido elegida como ejemplo, porque este pequeño cuadrúpedo insectívoro ofrece una gran semejanza con el *Amphitherium* de Stonesfield. Desembarazando de su ganga el ejemplar del *Amphitherium Prewostii* representado en la fig. 305, el profesor Owen se ha cerciorado de que la apófisis angular (*c*) se encorvaba menos hácia dentro que en ninguno de los ejemplares conocidos; la inflexion no está mas marcada que en un topo ó en un erizo. Esta circunstancia aproximaria al animal á los insectívoros de placenta. Sin embargo, el *Amphitherium* en su esqueleto, presenta algunos puntos de analogía con los marsupiales, especialmente con el *Myrmecobius*, pequeño cuadrúpedo insectivoro de la Australia, que á cada lado de la mandíbula inferior tiene nueve molares, un canino y tres incisivos.

Otra especie de *Amphitherium* (fig. 306), se ha encontrado cerca de Stonesfield; es mayor que el anterior representado en la fig. 305.

El segundo género de mamífero (fig. 312), descubierto en los mismos esquistos, ha sido nombrado en un principio por Broderip, *Didelphys Bucklandi*, y despues por Owen *Phascolotherium*. Ofrece una admirable semejanza con los marsupiales, por la forma general de la mandíbula, y por la extension y posicion de su ángulo doblado; pero el número de sus premolares y molares le aproxima enteramente al género viviente de los didelfos.

Por el conjunto de los caracteres osteológicos, hay motivo de presumir que el *Amphitherium* y el *Phascolotherium* de Stonesfield, representan á un mismo tiempo la clase de los monodelfos y de los didelfos; si es asi, tenemos un ejemplo palpable de la insuficiencia de las pruebas puramente negativas cuando se trata de establecer de una manera absoluta la no existencia de ciertas clases de animales en épocas particulares del pasado. El singular hecho de no haber encontrado mas que las mandíbulas inferiores de siete individuos sin encontrar otras partes huesosas de su esqueleto, demuestra el grado de desmembracion en que hemos encontrado á los seres de la antigua fauna terrestre.

Owen ha observado, que los géneros de marsupiales con que se relaciona el *Phascolotherium*, se encuentran hoy relegados á la Nueva Gales y á la tierra de Van-Diemen; solo en los mares australianos se encuentra el *Cestracion*, selacio de paladar huesoso y que presenta afinidad con el *Acrodus* y el *Stropho*

dus tan comunes en la Oolita y el Lias. Cerca de las orillas y en el seno mismo de los mares australianos, se encuentran *Trigonias*, género de moluscos observados frecuentemente en el esquisto de Stonesfield. Las *Araucarias* y los helechos hoy tan numerosos en la Australia é islas vecinas, abundaban igualmente en Europa durante el período oolítico. Se encuentran en los depósitos de este período Endógenas en perfecto estado de conservacion. Tal es el *Podocarya* de Buckland (fig. 313) fruto que se parece en la forma al del *Pondanus*. En su direccion partiendo del Osfordshire hácia el Nordeste, el esquisto de Stonesfield está representado por gres esquistoideos resquebrajados, como por ejemplo en Collywesten en el condado de Northampton, donde segun Ibbeston y Morris contiene una gran cantidad de conchas, tales como la *Trigonia angulata*. Pero estas capas tienen un carácter mas marino ó parecen haberse formado mas lejos de las tierras. Contienen sin embargo algunos helechos fósiles, como el *Pecopteris polypoides*, especie comun á la Oolita de la costa del Yorkshire, donde las capas de la misma edad presentan el aspecto de una verdadera cuenca hullífera; algunos filones delgados de combustible se han explotado tambien durante mas de un siglo en este distrito.

En el Nor-Oeste del Yorkshire, la formacion consiste en esquisitos carboníferos que abundan en impresiones de plantas, y estan separados en dos series por la interposicion de una caliza que varios geólogos consideran como representando á la Gran Oolita; pero la rareza de los fósiles marinos hace muy difícil toda comparacion con las subdivisiones adoptadas en el Sur. Una buena coleccion de Helechos fósiles se ha recogido de los esquistos y gres carbonosos superiores de Gristhorpe cerca de Scarborough (figs. 314 y 315). Los esquistos inferiores se reconocen perfectamente en las quebradas de Whitby y están especialmente caracterizados por Helechos y Cycadeas. Tambien contienen una especie de Calamita y el *Equisetum columnare* que se encuentra en una posicion vertical en las capas de gres en una gran extension. Algunas conchas de *Esthesia* y de *Unio*, extraidas de estos lechos por Reau, les señalan un orígen fluviátil.

En Brora, en el condado de Sutherland, una formacion carbonosa, probablemente contemporánea de la anterior ó perteneciente á alguna de las divisiones inferiores del período Oolítico, ha sido explotada como mina durante mas de un siglo. Es la capa de materia vegetal mas gruesa que se ha encontrado hasta ahora en una roca secundaria de Inglaterra. Una vena de carbon de buena calidad se presenta en ella con un metro de espesor; y quedan ademas encima del punto explotado, algunos metros de hulla piritosa.

Tierra de batanero. Entre la Gran Oolita y la Oolita Inferior, cerca de Bath, se encuentra un depósito arcilloso llamado *tierra de batanero* y que falta absolutamente en el Norte de Inglaterra; abunda en ostras pequeñas (fig. 316).

Oolita Inferior. Esta formacion consiste en piedra caliza de sillería, habitualmente poco gruesa y que ordinariamente yace sobre arenas amarillas; que algunas veces la reemplazan; á estas se les da el nombre de Arenas de la Oolita Inferior. A su vez reposan sobre el Lias, en el Sur y Oeste de Inglaterra. Entre las conchas características de la Oolita Inferior citaremos la *Terebratula fimbria* (fig. 317). *Rhynchonella spinosa* (fig. 318) y *Pholadomya fidicula* (fig. 319). El género extinguido *Pleurotomaria* es comun en está division como en todo el sistema Oolítico en general. Este género se parece en su forma al *Trochus*, pero tiene en el lado derecho de la boca una hendidura profunda (*a* fig. 320 y 321). El *Dysaster ringens* es un Equinodermo frecuente en la Oolita inferior de Inglaterra y Francia; asi como las tres Ammonitas representadas en las figs. 323, 324 y 325.

Como conchas esparcidas en una larga serie vertical, citaremos la *Trigonia clavellata*, que se encuentra en la Oolita Superior é Inferior, asi como la *Ostrœa Marshii* (fig. 326), comun en el Cornbrash de Wilts y en la Oolita Inferior del Yorkshire; y finalmente la *Ammonites striatulus*, (fig. 327) que pertenece á la Oolita Inferior y al Lias.

Estos hechos no impiden que en regla general, ciertos fósiles sean buenos caracteres cronológicos de los períodos geológicos, pero nos enseñan á no conceder mucha importancia á especies particulares que presentan, unas mas desarrollo segun la extension, y otras segun la profundidad. Ya hemos visto que en la serie de las formaciones terciarias, ciertas especies son comunes á los grupos antiguos y nuevos; pero estos grupos se distinguen unos de otros, por la comparacion del conjunto de las conchas fósiles que les pertenecen.

CAPITULO XXI.

GRUPO JURÁSICO (*continuacion*) LIAS.

Lias. El nombre de *Lias*, usado en ciertas provincias de Inglaterra, ha sido adoptado generalmente para designar una formacion de caliza arcillosa, de marga y de arcilla, que constituye la base de la Oolita, y que varios geólogos han clasificado en este grupo. Las dos divisiones pasan en efecto de una á otra en algunos puntos del país de Bath; una marga arenosa, llamada marga de Lias, colocada entre ellas, participa á la vez de los caracteres mineralógicos del Lias y de los de la Oolita Inferior. Los dos terrenos tienen tambien algunos fósiles comunes, tales como la *Avicula inœquivalvis* (fig. 328). Se puede sin embargo en una gran parte de Europa, considerar al Lias como mineral que constituye un grupo aislado é independiente, de un espesor de 150 á 300 metros. Este grupo contiene varios fósiles particulares, y presenta un aspecto litológico uniforme; aunque se halle generalmente en estratificacion paralela con la Oolita, presenta sin embargo algunas discordancias, por ejemplo en el Jura. En las cercanías de Lons-le-Saulnier, las capas estan inclinadas unos 45 grados, mientras que las margas oolíticas que estan encima son horizontales.

Una de las circunstancias mas características del Lias en Inglaterra, Francia y Alemania, es una alteracion de fajas pequeñas arcillosas de color oscuro y delgadas con capas de una caliza azul ó gris, cuya superficie al aire, se colora ligeramente de pardo, lo cual da á las canteras explotadas en esta roca, un aspecto listado.

El Lias comprende: 1.° Lias Superior (lechos muy delgados de arcillas y de esquistos) 2.° Marga (especie de caliza dura esquistosa); 3.° Lias inferior (caliza, conchas y arcilla). Estas divisiones contienen algunos fósiles comunes. Aunque el color dominante de la caliza de esta formacion sea el azul, algunas capas del Lias Inferior son de un blanco amarillento y han recibido el nombre de *Lias Blanco*. En varias partes de Francia, cerca de los Vosges y en el Luxemburgo, segun Beaumont, el Lias, que contiene las *Gryphœa arcuata*, *Plagiostoma giganteum* (fig. 330), y otros fósiles característicos, pasa insensiblemente al estado arenáceo, y en las cercanías del Hartz, Westfalia y Baviera, sus partes inferiores son arenosas y algunas veces producen una piedra de construccion.

Algunos autores han dado al Lias el nombre de *Caliza de Grifeas*, á consecuencia de un gran número de conchas del género ostra *Gryphœa* que contiene (fig. 331).

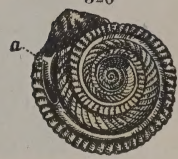
325



314



320



315



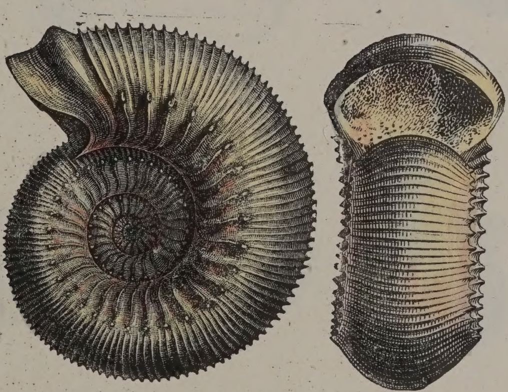
321



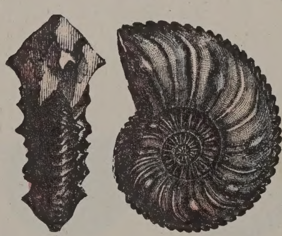
322



323



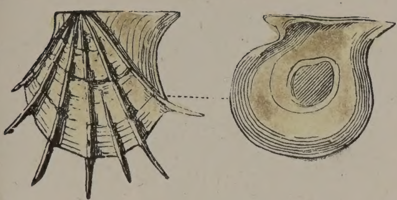
324



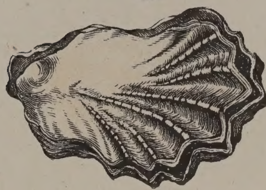
314.—*Pterophyllum comptum* ó *Cycadites comptus*. Gres y esquisto superior de Gristhorpe.—315. *Hemitelites Brownii* ó *Phlebopteris contigua*. Capas carbonosas superiores y Oolita inferior de Gristhorpe.—320 *Pleurotomaria granulata*. Oolita ferruginosa de Normandía, y Oolita inferior de Inglaterra.—321. *Pleurotomaria ornata* Oolita inferior.—322. *Disaster ringens*. Oolita inferior del Somersetshire.—323. *Ammonites Humphriesianus*. Oolita inferior.—324 *Ammonites margaritus* del Lias.—325 *Ammonites Braikenridgii*. Grande Oolita y Oolita inferior.

Geologia.

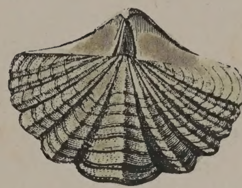
329



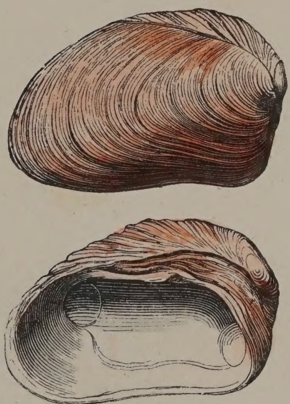
326



333



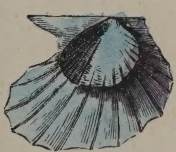
332



337



328



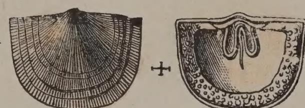
331



327

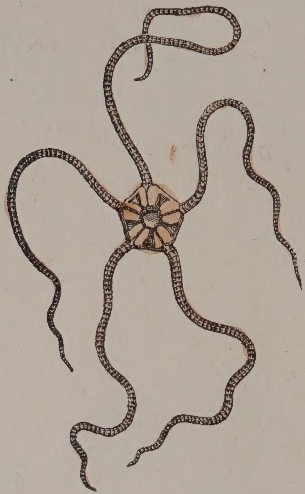


334



326. *Ostrœa Marshii;* mitad del tamaño natural. Oolita mediana é inferior.—327. *Ammonites striatulus;* tercera parte del tamaño natural. Oolita inferior y lias.—328. *Avicula inœquivalvis.* Oolita inferior.—329. *Avicula cygnipes.* Marga del condado de Gloucester y Lias del condado de Yorck —331. *Gryphœa incurva.* Lias —332. *Hippopodium ponderosum;* mitad del tamaño natural. Lias de Cheltenham.—333. *Spirifer Walcotii.* Lias inferior.—334. *Leptœna Moorei.* Lias superior de Ilminster.—337. *Ammonites bifrons* ó *A. Walcotii.* Arcillas esquistosas del Lias superior.

339



338



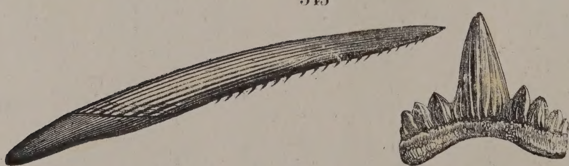
330



336



343

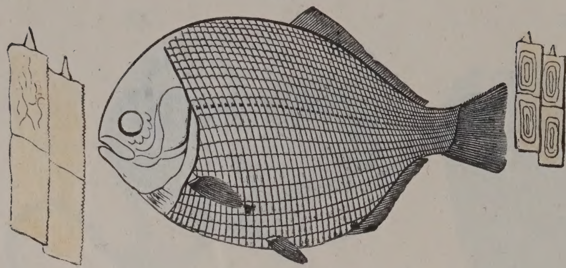


335

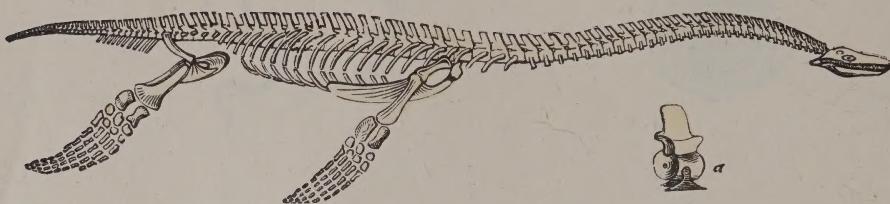


330. *Plagiostoma (Lima) giganteum*. Oolita inferior y Lias — 335. *Nautilus truncatus*. Lias. — 336. *Ammonites Nodotianus*. Lias. — 338. *Extracrinus Briareus;* mitad del tamaño natural. Lias de Lyme Regis. — 339. *Ophioderma Egertoni*. Marga del Lias de Lyme Regis. 343. *Hÿbodus reticulatus*. Lias de Lyme Regis; *a.* Porcion de aleta, comunmente llamado Ictiodosulita; *b.* Diente.

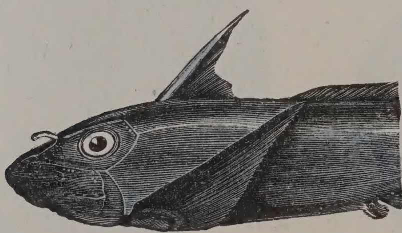
341



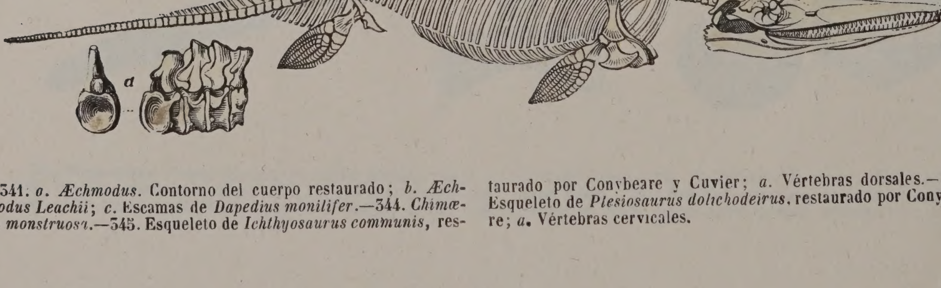
346



344

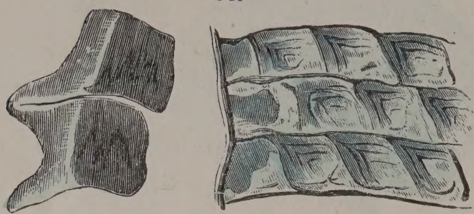


345

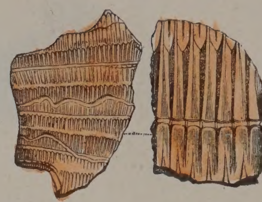


341. *a*. *Æchmodus*. Contorno del cuerpo restaurado; *b*. *Æchmodus Leachii*; *c*. Escamas de *Dapedius monilifer*.—344. *Chimæra monstruosa*.—345. Esqueleto de *Ichthyosaurus communis*, restaurado por Conybeare y Cuvier; *a*. Vértebras dorsales.—346. Esqueleto de *Plesiosaurus dolichodeirus*, restaurado por Conybeare; *a*. Vértebras cervicales.

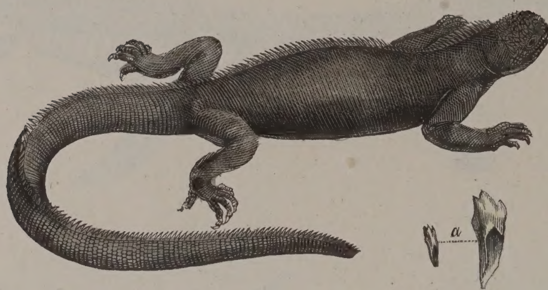
340



351



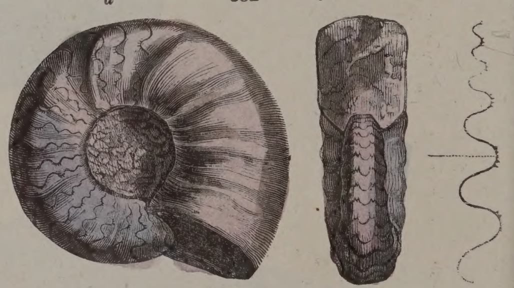
348



347



a 352 b c



340. Escamas de *Lepidotus gigas*; *a*. Dos escamas desprendidas. —347. Parte posterior de la aleta de atrás ó remo de *Ichthyosaurus communis*.—348. *Amblyrhynchus cristatus*. Su longitud varía de $0^{m},90$ á $1^{m},20$. Es el único lagarto marino que se conoce; *a*. Diente del tamaño natural y aumentado.—351. *Equisetites columnaris*. Fragmento de tallo, y porcion pequeña del mismo muy aumentada.—352. *Ceratites nodosus*, Muschelkalk; *a*. Visto de lado; *b*. Visto de frente.—Borde en parte dentado de los tabiques que separan las cavidades.

Una concha grande de un peso considerable, el *Hippopodium* (fig. 332) inmediata á la *Isocardia*, caracteriza igualmente á los esquistos del Lias Inferior. El lias es notable porque constituye la roca mas antigua de las secundarias donde se encuentran los braquiópodos de los géneros *Spirifer* y *Septœna* figuras 333 y 334). Davidson ha contado hasta nueve especies de Spiriferas. Estos moluscos paliobranquios predominan en el seno de las capas mas antiguas que el Trias; pero en el estado actual de nuestros conocimientos, no parece que hayan sobrevivido al período liásico. Las capas marinas del Lias, abundan tambien en cefalópodos de los géneros *Belemnites*, *Nantilus* y *Ammonites* (figs. 335, 336 y 337).

Entre los Crinoides del Lias, se observa el *Lentacrinus Briareus* (fig. 338). En las capas margáceas del Dorsetshire y del Yorkshire, se han descubierto ejemplares completos del *Ophioderma Egestoni* (figura 339) que se puede referir á los *Ophiuræ* de Muller.

El *Extracrinus Briareus*, forma en el Lias de los condados de Dorset, de Glocester y de York masas entrelazadas constituyendo verdaderos lechos de una extension considerable. Estos fósiles estan frecuentemente muy cargados de pirita. El *Extracrinus* con sus enormes brazos tentaculares parece estar frecuentemente fijo á los leños de transporte del mar liásico, de la misma manera que los Balanos actuales. Existe en el Lias otra especie de *Extracrinus*, y algunas de *Pentacrinus*; este último género se encuentra en casi todas las formaciones desde el Lias hasta la Arcilla de Londres. Está representado en los mares actuales por el delicado y raro *Pentacrinus Caput Medusæ* de las Antillas y este es quizá el unico que ha sobrevivido de la grande y antigua familia de los Crinoides, que estuvo tan extensa y abundantemente representada en las formaciones antiguas por los géneros *Taxocrinus*, *Actinocrinus*, *Cyathocrinus*, *Encrinus*, *Apiocrinus* y otros.

Los peces fósiles del Lias se parecen genéricamente á los de la Oolita, que segun Agassiz pertenecen todos á géneros extinguidos y difieren en su mayor parte de las Ictiolitas del período cretáceo. Entre estos peces hay una especie de *Lepidotus* (*L.* gigas, Agass.) (fig. 340), que se encuentra en el Lias de Inglaterra, Francia y Alemania.

Ya hemos citado este género en el Weald y se supone que habitaba á un mismo tiempo los rios y las costas marinas. Otro género de Ganoideos (ó peces de escamas duras brillantes y esmaltadas) el *Achmodus* figura 341, es casi exclusivamente liásico. Los dientes de una especie de *Acrodus* abundan tambien en esta formacion, fig. 342.

Pero los restos de peces que mas vivamente han excitado la atencion, son gruesas espinas huesosas llamadas *ictiodorulitas* (*a* fig. 343) que ciertos naturalistas han considerado como pertenecientes á mandíbulas y otros como una especie de arma análoga á la de las Balistas y siluros actuales, pero Agassiz ha demostrado el error de las dos opiniones. En efecto, las espinas á que se querian asimilar estos restos se articulan con la columna vertebral, mientras que no existe señal alguna de articulacion en las ictiodorulitas. Parecen haber sido simplemente espinas huesosas que formaban la parte anterior de la aleta dorsal, como en los géneros actuales *Cestracion* y *Chimœra* (*á* fig. 344). En estos dos últimos géneros, lo mismo que en el *Hybodus* fósil (fig. 343) de la familia de los tiburones, encontrado en Lyme Regis, la cara cóncava posterior está armada de espinas pequeñas simplemente prendidas en las carnes y sujetas por músculos muy fuertes. «Sirven, dice el doctor Buckland, como en la Quimera (fig. 344), para levantar y bajar la aleta, y su accion se parece á la de un mástil movible que levanta ó baja hácia atrás la vela de un barco.»

Reptiles del Lias. No son sin embargo los peces fósiles sino los reptiles los que por su número, su tamaño y su estructura extraordinaria, ofrecen el carácter mas notable de los restos orgánicos del Lias. Entre los mas singulares de estos anima les se observan varias especies de *Ichthyosaurus* y de *Plesiosaurus* (figs. 345 y 346). El género *Ichthyosaurus* no está limitado á esta formacion; se le ha encontrado hasta en las capas de la Creta Inferior de Inglaterra y en el Trias de Alemania, formacion que sucede inmediatamente al Lias en el órden descendente. Es evidente, en vista de sus vértebras conformadas como las de los peces, de sus aletas semejantes á las de un marsuino ó de una ballena, de la longitud de su cola y de otras particularidades de estructura, que los Ictiosauros eran acuáticos. Su mandíbula y los dientes demuestran que eran carnívoros; y los restos medio digeridos de peces y de reptiles encontrados en el interior de su esqueleto, indican la naturaleza precisa de su alimentacion.

Un trozo de aleta posterior, ó remo, del *Ichthyosaurus communis* fue descubierto en 1840 en Barrow-on-Soar, por Egerton; presenta distintamente los restos de radios cartilaginosos que se bifurcan cerca del borde, lo mismo que la aleta de un pez (*a* fig. 347). Se habia supuesto en un principio, dice Owen, que los órganos de la locomocion en el Ictiosauro estaban cubiertos como en la tortuga y el marsuino, de un tegumento liso sostenido por los huesos y los ligamentos; pero hoy se sabe que la aleta era mas ancha, excedia con mucho de la armazon huesosa, y diferia mucho del tipo reptil ordinario por sus radios, semejantes á los de los peces. La fig. 347 representa, cerca de *b*, los huesos posteriores ó huesecillos digitales del remo; mas allá hay un tegumento fuertemente carbonizado de la mitad de la aleta terminal, tegumento cuyo contorno está perfectamente marcado.

Segun Owen, é independientemente de los remos anteriores, estos saurios de cuello tieso y corto estaban provistos de una aleta caudal sin radios huesosos y simplemente tegumentaria, dirigido verticalmente; conformacion que les permitia volver la cabeza con rapidez.

Conybeare ha dado en 1824, despues de examinar varios esqueletos casi completos, una restauracion ideal de la osteologia de este género y de la del *Plesiosaurus* (figs. 345 y 346). Este último animal tenia un cuello sumamente largo y una cabeza muy pequeña, dientes semejantes á los del Cocodrilo y remos análogos á los del *Ichthyosaurus*, pero mas anchos. Se supone que han vivido en estuarios ó aires poco profundos y que respiraban en el aire como el Ictiosauro y nuestros cetáceos modernos. Algunos de estos reptiles tenian dimensiones colosales. Un ejemplar del *Ichthyosaurus platyodon*, del Lias de Eyme, hoy dia en el Museo Británico, debe haber tenido mas de 7 metros de largo; un *Plesiosaurus* de la misma coleccion mas de 3 metros. La forma del Ictiosauro hace creer que el animal hendia las olas como el marsuino; pero se supone que el plesiosauro, por lo menos la especie de cuello largo (fig. 346), estaba conformada mas bien para pescar en los fondos bajos y en las bahías al abrigo de las fuertes rocas.

En varios ejemplares de Ictiosauro y de Plesiosauro, los huesos de la cabeza, del cuello y de la cola estan en su posicion natural, mientras que los del resto del esqueleto estan desprendidos y confusamente mezclados. Stutchburg ha pensado, que despues de su muerte, su cadáver se habia henchido de gas por la descomposicion de las vísceras abdominales, y que los huesos, aunque desnudos, habian quedado retenidos como en un saco por la envoltura de la piel, hasta que el todo impregnándose de agua acabó por sumergirse. Como los individuos pertenecen á todas las edades, el doctor Buckland supone que han perecido de muerte violenta; se puede sacar la misma consecuencia de la cir-

cunstancia, de que se han escapado de los ataques de los animales de su propia raza ó de los peces que se encuentran en estado fósil en las mismas capas.

Durante los veinte últimos años, los anatómicos han admitido que estos saurios extinguidos habian habitado en el mar; del mismo modo que las tortugas viven hoy unas en las aguas dulces y otras en las aguas del mar, lo mismo han debido existir en otro tiempo saurios propios de las aguas saladas, y otros llamados á vivir en el agua dulce. Se sabe que el cocodrilo comun del Ganges frecuenta indiferentemento este rio, ó las aguas salobres y saladas que estan cerca de su embocadura. Parece tambien que viven cocodrilos en gran número en los rios de la isla de Pinos al Sur de Cuba, y en el mar abierto, alrededor de esta isla.

Recientemente se ha descubierto un saurio cuyas costumbres son acuáticas y exclusivamente marinas. Vive en las islas Galápagos donde los viajeros del Beagle le han descubierto en 1835. Sus costumbres han sido observadas por Darwin. Las islas Galápagos estan situadas bajo el ecuador á unos 900 quilómetros Oeste de la costa de la América meridional. Son volcánicas; algunas tienen de 900 á 1,200 metros de elevacion; y una de ellas, la isla de Albemarle tiene 120 quilómetros de longitud. El clima en ellas es benigno; llueve rara vez y en todo el Archipiélago no se encuentra mas que un solo arroyo de agua dulce que se dirige al mar. El suelo es casi por todas partes árido y escabroso y la vegetacion rara. Las aves, los reptiles, las plantas y los insectos son con pocas excepciones, de especies extrañas á las del resto del globo, aunque todas participen, por sus formas generales, del tipo de la América meridional.

Como mamíferos, en estas islas, dice Darwin, se cita solamente una especie bien demostrada que se refiere á un raton grande; en cuanto á los lagartos, tortugas terrestres y serpientes, el número es tan considerable que se puede llamar á aquel punto la Tierra de los Reptiles. Las especies no son muy variadas pero los individuos se encuentran en gran abundancia. Se ha reconocido allí una especie de tortuga marina (*Testudo indicus*), cuatro lagartos, casi otras tantas serpientes, pero ninguna rana ni sapo. Dos de las especies de lagartos pertenecen á la familia de los *Iguanidæ* de Bell, y á un género particular (*Amblyrhynchus*), llamado así por este naturalista á causa de la forma obtusa de la cabeza y lo corto del hocico. Una de estas dos especies tiene costumbres terrestres; se entierra en el suelo y hormiguea por todas partes; está provista de una cola redonda y la boca se parece un poco en su forma á la de la tortuga marina. La otra especie es acuática, y su cola aplastada lateralmente le sirve para nadar (fig. 318). «Este saurio marino, dice Darwin, es muy comun en todas las islas del Archipiélago. Vive exclusivamente en las orillas peñascosas del mar, y apenas se encuentra ni uno solo á 10 metros de la playa, su longitud habitual es de unos 90 centímetros; pero algunos individuos miden mas de un metro. Su color es negro sucio; sus movimientos son lentos en el suelo, pero nada con la mayor facilidad por medio de una accion del cuerpo y de la cola que se parece á las evoluciones de una serpiente, sus piernas durante esta maniobra permanecen inmóviles y estrechamente unidas contra los costados. Los miembros y las garras fuertes en que terminan estan admirablemente conformadas para que el animal pueda trepar sobre las masas de lavas peñascosas y hendidas que forman por todas partes la costa. Suelen verse sobre las rocas negras á algunos decímetros de la orilla, grupos de seis ó siete de estos feos reptiles, exponiendo al sol sus miembros extendidos. El estómago de los que se abrieron estaba lleno de una especie de planta que crece en el fondo del mar á corta distancia de la costa. Para ir á buscar esta planta los lagartos se precipitan en tropas al mar. Las gentes del navío echaron uno de ellos en agua salada despues de haberle atado un gran peso que le mantuvo en el fondo; cuando se le sacó despues de una hora de sumersion, estaba tan activo y dispuesto como antes de la operacion. Los habitantes ignoran dónde deposita el animal sus huevos, hecho singular en atencion á la abundancia de los individuos y á la circunstancia de que los naturales conocen perfectamente los huevos del *Amblyrhynchus* terrestre, saurio igualmente herbívoro.»

En los depósitos que forman hoy en las islas de los Galápagos, los sedimentos arrancados á la playa batida por las aguas, los restos de saurios terrestres ó marinos así como los de quelonios y de peces, se mezclan á las conchas marinas sin osamenta alguna de cuadrúpedo terrestre ó batracio; sin embargo, nadie impediria que se encontrasen tambien restos de mamíferos marinos, porque ademas de diferentes especies de cetáceos, se conocen fosas en los parajes de Galápagos; y bajo este aspecto el paralelo entre la fauna moderna anteriormente descrita y la fauna antigua del Lias no seria exacta.

Destruccion súbita de los saurios. Se ha observado que un gran número de los peces y los saurios encontrados en estado fósil en el Lias, habian debido ser sepultados despues de una muerte repentina, y que la obra de destruccion sea la que fuere se habia repetido varias veces.

«Rara vez, dice el doctor Buckland, se encuentra un solo hueso, una sola escama separados del lugar que ocupaban viviendo el animal; no sucederia así si los cuerpos de estos animales se hubieran hallado expuestos siquiera algunas horas, ya á la putrefaccion, ya á la voracidad de los peces ó de otros animales en el fondo del mar.» No solo los esqueletos de Ictiosauros estan enteros, sino que algunas veces el contenido de su estómago subsiste enteramente en la cavidad torácica, y en tan buen estado que se puede reconocer la especie particular de pescado de que se alimentaban y distinguir la forma de los excrementos. No es raro encontrar lechos enteros de estos coprolitos á diferentes profundidades en el Lias, y á ciertas distancia esqueletos enteros de los animales de que procedian. «Se supondria, dice Beche, que el fondo cenagoso del mar ha recibido de tiempo en tiempo nuevos depósitos de materias que habran cubierto los coprolitos y otros restos acumulados durante cada intervalo.» Mas adelante veremos que en Lyme Regis la superficie de los lechos de coprolitos depositados en el fondo del mar ha sufrido por la accion del agua una descomposicion parcial, antes que estos estuvieran cubiertos y protegidos por el sedimento cenagoso que mas adelante los ha envuelto para siempre.

Se ha encontrado tambien en el Lias de Lyme muchos ejemplares de Calamar (*Geoteuthis Bollensis*, Schuble) así como bolsas de tinta inflamadas todavía y conteniendo una materia negra desecada: esta materia se compone principalmente de carbono y se encuentra ligeramente impregnada de carbonato de cal. Los cefalópodos como los saurios, han sido pues sepultados súbitamente en los sedimentos, porque si hubiesen estado expuestos mucho tiempo á los agentes exteriores despues de su muerte, la membrana que contiene la tinta se habria alterado muy pronto.

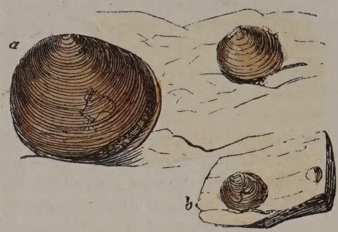
Sabemos que los peces de rio son algunas veces sofocados aun en su propio elemento por el agua cenagosa de las inundaciones, y no podria olvidarse que la entrada periódica de grandes masas de agua dulce turbia en el mar es fatal á las tribus marinas.

Se puede deducir de lo que antecede que el Lias es un depósito marino. Sin embargo, algunos miembros de la serie, especialmente en su porcion inferior, presentan un carácter de estuario y deben haberse formado bajo la influencia de los rios. En el Gloucestershire, donde se observa un buen tipo de Lias de la Inglaterra occidental, se divide este terreno en masa

355



350



342



354



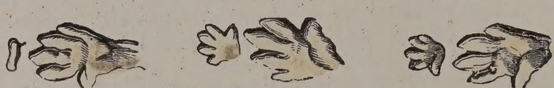
349



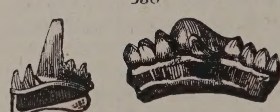
353



360



358



342. *Acrodus nobilis*, Agass.. comunmente llamado en Inglaterra *fossil Leech* (sanguijuela fósil). Lias de Lyme Regis y Alemania. —350. *a. Posidonomya* ó *Estheria*; *b.* Individuo jóven de la misma. Esquisto hullífero, Oolita de Richmond en Virginia.—349. Pedazo de *zamia* con una Amonita incrustada.—353. *Posidonia minuta.*—354. *a. Avicula socialis*; *b.* La mísma vista de lado. Concha característica de Mushelkalk.—355. *Enacrinus liliiformis.* El cuerpo, el brazo y porcion del tronco; *a.* Corte del tronco.—358 1/2. *Hybodus licatilis.* Lecho de osamentas de Aust y Axmout.—360. Huellas en una placa de gres. Hildburghausen, en Sajonia.

superior de esquisto con base de mármol, y masa inferior de esquisto con capas calizas y esquistosas situadas enteramente debajo. Segun Brodie, se han descubierto en la division superior abundantes restos de insectos y de plantas mezcladas con conchas marinas; en la division inferior estos fósiles son aun mas abundantes. Uno de los lechos de la serie, cuyo espesor pasa rara vez de 30 centímetros, ha recibido el nombre de *caliza de insectos*. Este lecho pasa hácia su parte superior, á un esquisto que contiene *Cypris* y *Estheria*, y está lleno de elitros de varios géneros de coleópteros y de algunos escarabajos casi enteros cuyos ojos se hallan aun en buen estado de conservacion. Las nervaduras de alas de insectos neurópteros se hallan tambien perfectamente conservadas en esta capa. Helechos, hojas de plantas monocotiledoneas, y algunas conchas que parecen de agua salobre ó de agua dulce acompañan en varios puntos á los insectos; pero en otros predominan las conchas marinas; los fósiles parecen variar segun que se examinan las capas mas cerca ó mas lejos del antiguo continente ó de la fuente de donde procedia el agua dulce. Se observan en varias localidades dos y aun tres lechos de *Caliza de insectos*, y Brodie afirma que los mismos caracteres litológicos y zoológicos se conservan desde el centro del Warwickshire hasta la extremidad meridional de la Gales. Resulta del exámen hecho por Westwood de mas de trescientos ejemplares de estos insectos del Lias, que los coleópteros pertenecen á géneros á la vez jilófagos y herbívoros, tales como el *Elater*, *Cárabus*, etc., ademas de los saltamontes (*Grillus*) y de las alas desprendidas de los géneros *Libelluda*, *Ephemera*, *Hemerobius* y *Panorpa* de Linneo; el conjunto de estos insectos no indica menos de veinte y cuatro familias. Sus especies son ordinariamente de corta talla, y este solo hecho indicaria un clima templado, pero muchos de los restos orgánicos de las otras clases que les estan asociados, conducen á una conclusion diferente.

Plantas fósiles. Entre los restos vegetales del Lias se citan varias especies de zamia encontradas en Lyme Regis, asi como restos de plantas coníferas recogidas en Whitby. Los fragmentos de leño son allí muy comunes y suelen estar convertidos en caliza. Un ejemplar conservado en el museo de la sociedad geológica de Francia (fig. 349), y que tiene una Ammonita incrustada en su superficie, demuestra que algunos de estos leños hoy dia petrificados, se hallaban en estado blando cuando fueron sumergidos en el fondo del mar.

Brongniart cuenta cuarenta y siete acrogenas liásicas, la mayor parte de las cuales son helechos, cincuenta gimnospermas, de ellas treinta y nueve cycas y once coníferas. Entre los cycas dominan las *Zamites* y *Nilssonia*; como helechos se citan multitud de géneros de hojas que presentan nervaduras reticuladas que parecen ser característicos de aquella época. La ausencia hasta el presente de toda indicacion de angiospermas en el Lias y la Oolita es digna de atencion. Las hojas de estas plantas son frecuentes en el seno de las capas terciarias, y se encuentran tambien en las capas cretáceas, aunque en menos abundancia. Las angiospermas parecen sin embargo haber sido comparativamente raras en estos períodos secundarios mas antiguos, mientras que los Cycas y coníferos desplegaban en ellos mayor riqueza.

Orígen de la Oolita y del Lias. Si ahora tratamos de representar la superficie de Europa en la época de la Oolita y del Lias, supondremos un mar donde el desarrollo de los arrecifes de corales y la formacion de las calizas conchilíferas, despues de haber durado sin descontinuidad por espacio de algunos siglos, llegaron á interrumpirse de repente y hacer lugar á un depósito de sedimento arcilloso y desprovisto de corales, el cual se acumuló en la sucesion de las edades hasta un espesor de algunos centenares de metros; otro período sobrevino, y el mismo espacio fue ocupado por la arena caliza ó por rocas sólidas de conchas y de corales á los cuales sucedió un nuevo período de depósito de arcilla. Segun la observacion de Conybeare, el grupo entero de la Oolita del Lias consiste en alternativas de arcilla, gres y caliza que se repiten siempre á un mismo órden. Asi las arcillas del Lias tienen sobrepuestas las arenas de la Oolita Inferior, y estas la caliza conchífera y coralina. (Oolita de Bath, etc.); del mismo modo, en la Oolita Mediana, á la Arcilla de Oxford suceden el gris calizo y el coral rag; en último lugar, en la Oolita Superior, despues de la arcilla de Kimmeridge vienen la arena y la caliza de Portland. No obstante, como lo observa Beche, las capas de arcilla se extienden en mayores superficies que las arenas y los gres. Conviene tambien recordar que si en el Yorkshire, el sistema oolítico se vuelve arenáceo y se parece al terreno hullífero, en los Alpes reviste una forma casi enteramente caliza; no se encuentran allí ni arenas ni arcillas, y aun en las comarcas intermedias, es mas complicado y mas variable que lo que demuestran las descripciones ordinarias. Sin embargo, algunas de las arcillas y ciertas calizas conservan un carácter notablemente uniforme en longitudes de 600 á 900 quilómetros del Este al Oeste y del Norte al Sur.

Segun Thirria, la totalidad del grupo oolítico en el departamento del Alto-Saona iguala en potencia al grupo inglés correspondiente; pero la importancia de las divisiones arcillosas se manifiesta allí en razon inversa; en Inglaterra, las arcillas son el doble de las calizas, mientras que en el Alto-Saona no igualan mas que á una tercera parte de este espesor. En el Jura, las arcillas son aun mas delgadas; en los Alpes disminuyen mas y mas y acaban casi por desaparecer.

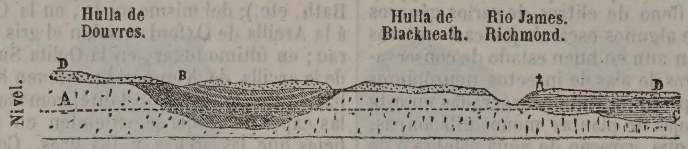
Para explicar estos hechos, se puede suponer desde luego que el lecho del Océano ha sido durante varios siglos el receptáculo de sedimentos finos, arcillosos, llevados por corrientes submarinas que comunicaban con los rios ó con las aguas saladas inmediatas á una costa que se hallaba en degradacion. El limo habrá cesado de ser transportado al mismo punto, ya porque la costa haya bajado y se haya sumergido, ya porque la corriente haya modificado su direccion á consecuencia de un cambio en la configuracion del lecho del Océano y del continente inmediato. Las aguas se volvieron entonces mas claras y mas propias para el desarrollo de los zoófitos petrosos. Una arena caliza se formó por la trituracion de las conchas y de los corales, ó bien en ciertos casos la materia arenácea reemplazó á la arcilla; porque sucede comunmente que el sedimento mas fino transportado al principio lejos de las costas, se cubre despues de una arena mas gruesa si las aguas del mar bajan, ó si la tierra firme aumentando en extension por su propio alzamiento ó por la acumulacion de los sedimentos en ciertos puntos del litoral, se acerca mas á los puntos ocupados por el limo fino.

Para explicarse otra gran formacion, la arcilla de Oxford que suele tambien estar sobrepuesta á la caliza coralina, es preciso admitir un descenso semejante al que se verifica en nuestros dias en ciertas regiones coralíferas situadas entre la Australia y la América del Sur. A consecuencia de hundimientos no menos considerables, el Océano y las tierras adyacentes han podido en una gran extension de Europa, hallarse en condiciones muy favorables al depósito de otro conjunto de capas arcillosas; á este cambio le habrá sucedido una serie de acontecimientos de la misma naturaleza que los que hemos explicado, seguidos á su vez de otros muchos y tambien en un órden semejante. Los movimientos ya ascendentes ya descendentes han debido producirse con la misma lentitud que los que se verifican en nuestros

dias en el Pacífico. El desarrollo de cada capa de coral en un espesor de algunos centímetros ha exigido siglos, y durante este tiempo ciertas especies de cuerpos organizados han podido desaparecer de la creacion para dar lugar á otros. Asi es como en cada grupo de capas desde el Lias hasta la Oolita Superior, han sido sepultados algunos fósiles particulares y característicos.

OOLITA Y LIAS DE LOS ESTADOS-UNIDOS.

Se conocen en Rusia y en los Estados-Unidos grandes extensiones de país donde faltan á la vez todos los miembros de la serie Oolítica. Sin embargo, en Virginia á unos 20 quilómetros al Oeste de Richmond, capital de este Estado, se encuentra en una depresion del granito, una cuenca hullífera regular que Rogers ha referido desde el principio á la edad de la parte



Corte que manifiesta la posicion geológica de la cuenca hullífera del rio James, ó cuenca del Este de Virginia. A. Granito, gneis, etc. B. Altura de la hulla. C. Capas terciarias. D. Drift ó aluvion antiguo.

inferior del grupo Jurásico. Mas adelante pudo Lyell confirmar esta opinion por una gran coleccion de fósiles, plantas, peces y conchas que recogió allí, y por el exámen detenido de la cuenca misma en toda su extension. La superficie de esta cuenca es de 40 quilómetros del Norte al Sur, y de 6 á 18 quilómetros del Este al Oeste. Las plantas son en él principalmente Zamitas, Calamitas y Equisetum; estas últimas se presentan comunmente en posicion vertical y estan mas ó menos comprimidas. Es claro que han crecido en el mismo sitio en donde se encuentran hoy, en el seno de capas duras de arena y de limo. Se han observado en esta posicion vertical en puntos distantes algunos quilómetros unos de otros entre capas, unas superiores á los lechos de hulla, y las otras intercaladas en estos mismos lechos. Para explicar este hecho, es preciso admitir que los esquistos arcillosos y los gres se han acumulado gradualmente durante un descenso lento y prolongado de la comarca entera.

Es de notar, que el *Equisetum columnare* de estas rocas de Virginia, no parece diferir de las especies que se encuentran en los Gres Oolíticos de las cercanías de Whitby, en el Yorkshire, en posicion igualmente vertical. Uno de los helechos fósiles de Virginia, el *Pecopteris Whitbyensis*, es comun tambien á las oolitas del Yorkshire. El terreno hullífero de Virginia se compone de gres grosero (*grit*), de gres ordinario y de esquisto arcilloso, enteramente semejantes á los de los terrenos de fecha mas antigua ó primaria de América y de Europa, iguala, si no excede á estos últimos en cuanto á la riqueza y á la potencia de los lechos de hulla. El principal de estos lechos, tiene en algunos puntos de 9 á 12 metros de espesor; está formado de hulla pura bituminosa. En un pozo de 245 metros de profundidad de las minas de Blackheath, en el condado de Chesterfield, dice Lyell haber visto una cavidad de 12 metros de altura, de donde se habia sacado este combustible. Grandes y fuertes maderos sostenian la bóveda; pero se veia que esta se doblaba bajo el peso de la carga. La hulla iguala en calidad á los mejores productos de Newcastle; por el análisis de las mismae proporciones de carbono y de hidrógeno. Este hecho es digno de notarse si se tiene presente que esta hulla procede de una reunion de plantas que se diferencian específica y aun genéricamente, de las que han producido la hulla antigua ó paleozóica.

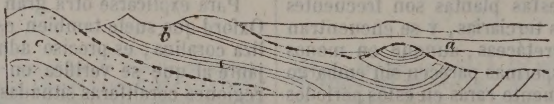
Los peces fósiles de las capas de Richmond, pertenecen al género liásico *Tetragonolepis* (*Echinodus*, v. la fig. 341), y á un nuevo género llamado *Dictiopigo*. Las conchas son muy raras en ellas, como sucede de ordinario en todo depósito que contiene hulla; pero se encuentra una especie de *Posidonomya* en tal profusion en algunos de los lechos de esquisto arcilloso, que estos se dividen en hojas como los lechos de esquisto micáceo (fig. 350).

En la India, especialmente en Cutch, se observa una formacion que se puede exactamente referir segun las conchas, los corales y las plantas, al tipo oolítico y liásico. Allí tambien se ha extraido hulla de uno de los miembros del grupo.

CAPITULO XXII.

TRIAS Ó GRUPO DEL NUEVO GRES ROJO.

Entre el Lias y el terreno hullífero (ó grupo carbonífero), se presenta en los condados del centro y del Oeste de Inglaterra una larga serie de cienos rojos, de esquistos y de gres, á la cual se ha dado en un principio el nombre de *formacion del Nuevo Gres Rojo* para distinguirla de otros esquistos, y gres llamados



a. Nuevo Gres Rojo.—*b*, Hulla.—*c*. Antiguo Gres Rojo.

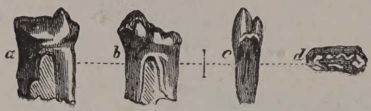
Antiguo Gres Rojo (*c*), que comunmente presentan un carácter mineralógico idéntico, y yacen inmediatamente debajo del terreno hullífero (*b*).

Con poca propiedad se ha dado el nombre de *Marga Roja* á las arcillas rojas de esta formacion, porque se hallan enteramente desprovistas de materia caliza. Ademas, la ausencia de carbonato de cal, la rareza de los restos orgánicos, y al mismo tiempo el color rojo vivo en la mayor parte de las rocas de este grupo, contrastan de una manera admirable con las formaciones jurásicas que hemos descrito anteriormente.

Antes de que se hubiera demostrado bien la diferencia característica que establecen los fósiles entre las partes superior é inferior del Nuevo Gres Rojo en

Geologia.

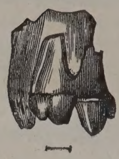
364



361



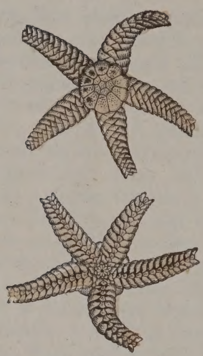
366



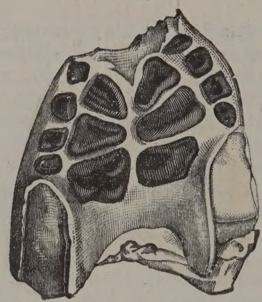
365



356



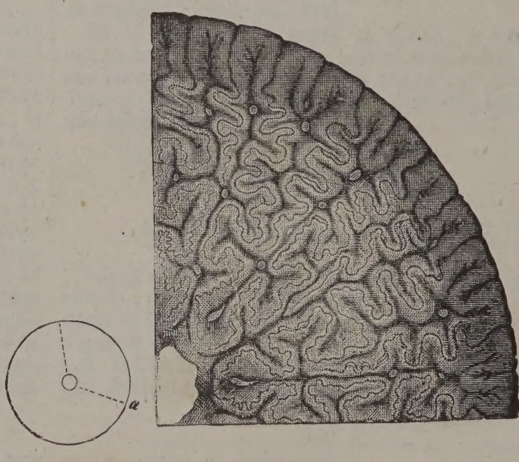
357



362

358





356. *Aspidura loricata*; *a*. Cara superior; *b*. Cara inferior.— 357. Diente palatino de *Placodus gigas*. Muschelkalk; *a*. *Voltria heterophylla*; *b*. Porcion aumentada para mostrar la fructificacion. —361. Diente de *Labyrinthodon*; tamaño natural.—362. Corte transversal de un diente de *Labyrinthodon Gœgeri* del tamaño natural, y un segmento aumentado; *a*. Cavidad de donde parten la pulpa y los rudimentos del diente.—364. *Microlestes antiquus*. Plieminger. Diente molar aumentado; *a*, Cara interna; *b*. Cara externa; *c*. Perfil; *d*. La corona.—365. *Microlestes antiquus*. El mismo molar; *a*. Cara interna; *b*. Corona.—366. Molar de *Microlestes*; cuatro veces mayor que el de la figura 364.

Inglaterra, era útil tener un nombre comun para designar el conjunto de todas las capas comprendidas entre el Lias y el terreno hullífero, y Conybeare y Buckland propusieron el de *Poikilitico* de ποικιλοσ, *poikilos* (variado); á algunas de las capas mejor caracterizadas de este grupo, les habia ya dado Werner el epíteto de *variadas*, fundándose en las manchas abigarradas de color azul claro, verde y amarillento que presentan sobre fondo rojo.

Una sola expresion que comprenda los Nuevos Gres Rojos Superior é Inferior, ó grupo triásico y permiano de las clasificaciones modernas, puede tener hoy su utilidad, por ejemplo, si se describen distritos donde existen masas de gres y de esquistos rojos que se refieran parcialmente á las dos épocas, pero que á falta de fósiles no se podrian dividir.

TRIAS Ó GRUPO SUPEPIOR DEL NUEVO GRES ROJO.

La tabla siguiente manifiesta las sub-divisiones generalmente adoptadas para el sistema superior, y los nombres que se les han dado en Inglaterra y en el continente.

		SINÓNIMOS.	
		Aleman.	*Español.*
Trias ó Nuevo Gres Rojo Superior.	*a*. Esquistos y Gres salíferos y yesosos. .	Keuper.	Margas irisadas.
	b. Falta en Inglaterra. . .	Muschelkalk. .	Muschelkalk ó Caliza conchífera.
	c. Gres y conglomerato . cuarzoso. .	Bunter-Sandstein.	Gres abigarrado.

Primero describiremos este grupo tal como se presenta en el Sud-Oeste y en el Nor-Oeste de Alemania donde está mucho mas desarrollado que en Francia y en Inglaterra. Los autores alemanes le han dado el nombre de Trias, ó grupo triple, porque se divide en tres formaciones muy distintas que se llaman *Keuper*, *Muschelkalt y Bunder-Sandstein*.

El *Keuper*, primera ó mas moderna de estas formaciones, tiene mas de 300 metros de espesor en el Wurtemberg; Alberti le ha dividido en gres, yeso y arcilla esquistosa carbonosa. El Keuper ha producido restos de reptiles pertenecientes á los géneros *Nothosaurus y Phytosaurus*, vestigios de *Labyrinthodon*, dientes de peces placoideos, de rayas, de *Saurichthys* y de *Gyrolepis*. Las plantas del Keuper presentan generalmente mucha analogía con las del Lias y las de la Oolita; son helechos, equisetáceas, cicadeas, coníferas, y algunas monocotiledoneas dudosas. Ciertas especies, por ejemplo, el *Equisetites columnaris* son comunes á este grupo y á la Oolita.

El *Muschelkalk* consiste principalmente en una caliza compacta y agrisada; pero contiene en muchos puntos lechos de Dolomia al mismo tiempo que yeso y sal gemma. Esta caliza que falta totalmente en Inglaterra, abunda como su nombre lo indica en conchas fósiles. En punto á cefalópodos, no se encuentran en el Lias, y en la Oolita; pero se observa un género inmediato á la ammonita, la Ceratites de Haan en el cual los lóbulos (*a*, *b*, *c*, fig. 352) terminan por algunos pequeños dientes dirigidos al interior. Entre las conchas bivalvas, abunda la *Posidonia minuta*, Goldf (*Posidonomya minuta*, Bronn, fig. 353); esta especie está extendida al través de toda la serie, es decir, en el Keuper, en el Muchelkalk y el Bunter-Sandstein; la *Avicula socialis* (fig. 354) concha no menos extensamente distribuida, caracteriza de una manera clara el Muschelkalk en Alemania, Francia y Polonia.

La abundancia de las cabezas y tallos del encrino lirio, *Encrinus liliiformis* (fig. 355), ó *Encrinites moniliformis*, demuestra la lentitud con que ciertos lechos de esta caliza se han formado en el seno de las aguas marinas. La estrella de mar, llamada *Aspidura loricata* (fig. 356) es igualmente particular al muschelkalk. Se han señalado en la misma formacion peces ganoides de cola heterocerca del género *Placodus* (fig. 357).

Bunter-Sandstein. Esta division consiste en gres diversamente coloreados, en dolomia y arcilla, acompañadas en Hartz principalmente, de pisolitas calizas el todo en un espesor que pasa algunas veces de 300 metros. Segun Meyer, la presencia del *Labyrinthodon* haria entrar el gres de los Vosges en el grupo Triásico. En Soultz les-Bains, cerca de Estrasburgo, en la vertiente de los Vosges, se ha extraido del Bunter cierto número de plantas, sobre todo las coníferas del género extinguido *Voltzia* particular á este período; su fructificacion se ha conservado, fig. 358.

Sobre treinta especies de helechos, cicadeas, coníferas y otras plantas que Brongniart ha señalado en 1849 en el *Gres Abigarrado* ó Bunter, ninguna pertenece al mismo tiempo al Keuper. Esta diferencia, sin embargo, puede explicarse hasta cierto punto por el hecho de que la flora del Bunter casi no ha sido estudiada mas que en un distrito en las cercanías de Estrasburgo; su carácter particular podria, pues, ser puramente local.

Cerca de Hildburghausen en Sajonia, en la superficie superior de los lechos de arcilla del Bunter, se han observado impresiones de pasos de un reptil (*Labyrinthodon*), é impresiones correspondientes en relieve en la cara inferior de los gres que los cubren. Tendremos ocasion de volver á hablar de este hecho, que demuestra asi como las ondulaciones, que le acompañan de ordinario y las hendiduras de las arcillas, el depósito gradual de los lechos de esta formacion en el seno de aguas poco profundas, y algunas veces entre el nivel de las mareas.

GRUPO DEL TRIAS EN INGLATERRA.

En Inglaterra debajo del lias, vienen en estratificacion concordante capas de margas ó de arcilla rojas y verdes. Solo en algunos puntos del reino, particularmente en las cercanías de Axmouth en el Devonshire, en las quebradas de Westburg y de Aust en el Gloucestershire, y en las orillas del Severn, se encuentra antes de estas capas un lecho de color negro bien conocido con el nombre de *lecho de osamentas* (*bonne-bed*). Abunda en restos de saurios y de peces y en un principio se habia considerado como el mas inferior del Lias; pero Egerton ha probado que debia ser referido al Nuevo Gres Rojo Superior, porque contiene un conjunto de peces fósiles, unos particulares á la formacion, y otros bien conocidos en el Muschelkalk en Alemania. Estos peces pertenecen á los géneros *Acrodus*, *Hybodus*, *Gyrolepis* y *Saurichthys*.

Entre las especies comunes al lecho de osamentas y al Muschelkalk de Alemania, citaremos el *Hybodus plicatilis*, *Saurichthys apicalis*, *gyrolepis Tenuistriatus* y *G. albertii*. Se encuentran tambien en el lecho de osamentas, restos de saurios y articulaciones de una especie de eucrino.

Las capas de marga roja y verde que siguen al lecho de osamentas, en el órden descendente, en Axmouth y en Aust, estan desprovistas de restos orgánicos; lo mismo ó poco menos sucede con los lechos correspondientes en casi toda Inglaterra. Pero se han encontrado fósiles en algunas localidades del Worcestershire y del Warwickshire, en el seno de los gres de la misma formacion; entre estos fósiles, se distingue la *Posidonia minuta*, Gold., ya citada.

El miembro superior del Nuevo Gres Rojo de Inglaterra que contiene esta concha, mide segun Murchison y Strickland, 180 metros de espesor, y consiste principalmente en margas y esquistos rojos con una faja de gres. Los dos geólogos han observado en el

seno de las mismas capas ictiodorulitas ó espinas de *hybodus* dientes de peces y pisadas de reptiles; tambien se han encontrado en Grinsell cerca de Shrewsbury, restos de un saurio llamado *rhynchosaurus*.

En el Cheshire y el Lancashire, las arcillas y esquistos rojos, yesosos y salíferos del Trias tienen de 300 á 450 metros de espesor. En algunos puntos se hallan intercaladas en los lechos arcillosos, masas lenticulares de sal gemma cuyo orígen explicaremos mas adelante.

La divison inferior que representa el *bunter* en Inglaterra llega á una potencia de 180 metros en los condados arriba mencionados. Ademas de los esquistos rojos y verdes y los gres rojos, comprende ciertos gres cuarzosos, blancos, muy quebradizos y en los cuales se han encontrado en Allesley Hill cerca de Coventry, troncos de árboles silicificados. Varios de estos troncos tenian 45 centímetros de diámetro y algunos metros de largo; presentaban claramente el carácter de coníferas, y se distinguian en ellos los anillos del crecimiento anual. Tambien se han descubierto impresiones de poros de animales en las capas de esta formacion, en el Lancashire y el Cheshire. Algunas de las mas notables se han observado en los gres cuarzosos blanquecinos de Storton Hill á algunos quilómetros de Liverpool en la orilla derecha del Mersey. Presentan la mayor semejanza con las que se habian ya observado en una roca del Nuevo Gres Rojo Superior, en la aldea de Hesseberg cerca de Hildburghausen en Sajonia. Desde hace mucho tiempo se habian atribuido estas á un gran cuadrúpedo desconocido que el profesor Kaup ha denominado provisionalmente *cheirotherium*, porque las huellas de los piés posteriores y de los anteriores tienen semejanza con las que dejaria una mano de hombre (fig. 359). Las impresiones de Hessberg son unas en hueco y otras en relieve, las primeras existen en la superficie superior de las placas de gres, las últimas en la inferior, y estas se han formado en las depresiones subyacentes como en una especie de moldes naturales. Las impresiones mas considerables parecen haber sido hechas por los piés traseros, miden generalmente 20 centímetros de largo y 12 de ancho; una de ellas tiene 30 centímetros de largo. Delante de cada una de las mas anchas á una distancia regular de 4 á 5 centímetros, se observa una pequeña huella de un pié delantero que mide próximamente 10 centímetros de largo y 7 centímetros de ancho. Los pasos se siguen por pares; cada uno de ellos presenta el grueso pulgar alternativamente á derecha é izquierda y cuenta cinco dedos, de los cuales el primero ó el pulgar está encorvado hácia dentro como una pulgada. Aunque los piés de delante y de detras difieran mucho en grueso, son sin embargo casi semejantes por la forma.

Impresiones semejantes observadas posteriormente en una roca de la misma edad en Storton Hill, existian en cinco lechos delgados de arcilla sobrepuestos en una cantera sola y separados por lechos de gres. En la superficie inferior de estos las impresiones estaban en relieve y muy salientes; presentaban moldes exactos del pié, de los dedos y de las uñas de animal que habia pasado sobre la arcilla. En las mismas superficies Cunningham ha hecho observar señales muy visibles de gotas de lluvia.

Como en ninguna parte aun, en Alemania, ni Inglaterra, se han descubierto huesos ó dientes en el seno de capas idénticas á aquellas en que se encuentran las huellas de pasos, los anatómicos se han entregado durante algunos años á diversas conjeturas sobre la naturaleza de los misteriosos animales que debian haberlas producido. El profesor Kaup se inclinaba á creer, que el cuadrúpedo desconocido debia aproximarse mucho á los *Marsupiales*; en efecto, en el kanguro, el dedo primero, ó pulgar del pié delantero, está oblicuo á los otros dedos, y la desproporcion entre los piés de delante y los de detrás es considerable. Por otra parte, Link ha supuesto, que en las cuatro especies de animales cuyas huellas se han observado en Sajonia, algunas eran de *batracios* gigantescos. En fin, el doctor Buckland ha creido deber atribuir ciertas impresiones á un animal pequeño de pié palmeado, probablemente de la familia de los Cocodrilos.

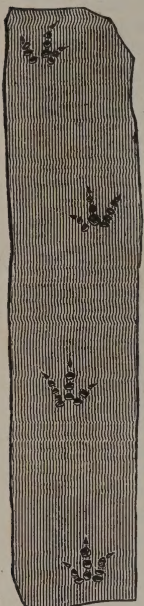
Sin embargo, diferentes naturalistas de Liverpool declararon en sus memorias sobre las canteras de Storton, que segun su opinion, cada uno de los lechos delgados de arcilla, sobre los cuales el gres estaba modelado, habia constituido sucesivamente encima del agua una superficie sobre la cual el *Cheirotherium* y otros aimales habian pasado dejando tras de sí impresiones; y que despues cada lecho habia sido sumergido de manera que formaron otros tantos ribazos sucesivos sobre los cuales los animales imprimieron las huellas de su paso. La existencia y repeticion de las ondulaciones á diferentes niveles en el gres rojo de Cheshire se explican de la misma manera. Se ha hecho observar igualmente que impresiones tan profundas y tan marcadas no habian podido ser trazadas sino por animales que andaban sobre un suelo descubierto, porque el peso de su cuerpo no hubiera sido suficiente para producirlas en el fondo de las aguas. Estos animales estaban pues organizados para respirar al aire.

En tal estado se hallaba la cuestion cuando Owen se puso á examinar con cuidado los restos de reptiles descubiertos en Alemania y en Inglaterra. Fundándose en el exámen microscópico, declaró que ninguno de los dientes procedentes del gres llamado keuper en Alemania, ó del gres de Warwick y de Leamington (figura 361), podia ser atribuido á verdaderos saurios aunque Jaeger les hubiese dado los nombres de *Mastodonsaurus* y *Phytosaurus*. Mas bien le parecieron pertenecer al órden de los *batracios*, demostrando de esta manera la existencia de ranas de dimensiones gigantescas en los tiempos primitivos. Estos dientes han presentado una estructura muy complicada y muy diferente de todo lo que se observa en los reptiles vivos ó fósiles; se aproximan sin embargo mucho mas á los ictiosaurios que á ningun otro saurio. La seccion transversal de uno de estos dientes presenta una serie de pliegues irregulares parecidos á las circunvoluciones de la superficie del cerebro, y con arreglo á este carácter Owen propuso para este nuevo género el nombre de *Labyrinthodon*. La fig. 362, que representa una po cion del diente está sacada de la *Odontografía* de Owen. La longitud total del órgano huesoso podia ser de 9 centímetros y su anchura en la base de 4 centímetros.

Cuando hubo demostrado por los caracteres del cráneo, de las mandíbulas y de los dientes, la existencia de un *Batracio* gigantesco en la época del Trias ó Nuevo Gres Rojo Superior, Owen no tardó en distinguir, por el exámen de diferentes huesos sacados de la misma formacion, tres especies de *labyrinthodon*, y descubrió que en este género las extremidades posteriores eran mucho mas grandes que las anteriores. Esta circunstancia unida al hecho de la existencia del *labyrinthodon* en la época de la produccion de las impresiones del pretendido *cheirotherium*, hizo dar el primer paso hácia la identificacion de este animal con el batracio nuevamente descubierto. Hácia esta época tambien se observó que las impresiones atribuidas al *cheirotherium* se parecian mucho mas á las de los sapos que á las de ningun otro animal vivo; en último lugar se demostró que la talla de las tres especies de *labyrinthodon* correspondia á los tres tamaños de impresiones que se habian ya atribuido anteriormente á tres especies distintas de *Cheirotherium*. Ademas, segun la estructura de las fosas nasales, cuyas aberturas posteriores estaban situadas detrás de la boca en lugar de estarlo directamente bajo las narices anteriores ó externas, se estableció con seguridad que el Labyrinthodon habia sido un reptil de respiracion aérea.

Geologia.

367



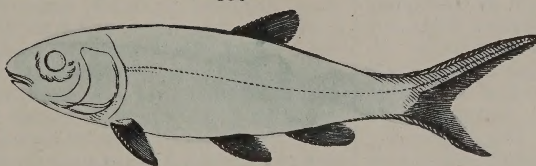
363



372



364



373



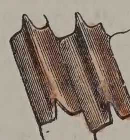
377



359



378



369



370



468



363. El animal del *Labyrinthodon pachygnathus*, restaurado.—367. Huellas de pasos de ave en el valle de Connecticut.—368. *Schizodus Schlotheimi*, de la caliza cristalina del Permiano.—359. Impresion del paso de *Cheirotherium*, del Bunter-Sandsteim de Sajonia; 1/8 del tamaño natural —369. Charnela del *Schizodus truncatus* del Permiano.—370. *Mytilus septifer* ó *Modiola acuminata*. Caliza cristalina del Permiano.—372. *Productus horridus*. Caliza magnesiana de Sunderland y Durham.—373. *Spirifer undulatus* ó *Triogonotreta undulata*. Caliza magnesiana.—374. Animal restaurado de un pez del género *Palæoniscus*.—37. Escama aumentada del *Palæoniscus comptus*.—378. Cara interior de una escama aumentada de *Palæoniscux elegans*.

El animal ha debido respirar como los saurios y por consiguiente dejar sobre la playa esas huellas que no han podido como hemos dicho ya ser producidas por un animal que anduviera debajo del agua.

Es verdad que la estructura del pié falta todavía y que se necesitaria para la demostracion un esqueleto completo. Tenemos, sin embargo, razones suficientes para admitir, que el *Cheirotherium* y el *Labyrinthodon* eran un solo y único animal.

Con ánimo de manifestar cómo estos formidables *Batracios* han podido dejar la huella de sus pasos sobre la ribera, Owen ha ensayado una restauracion cuya copia reducida está representada en la fig. 363.

Las únicas osamentas de la especie que se han encontrado hasta ahora, son la cabeza, la pelvis y una parte del homóplato que estan indicadas en la figura con líneas mas marcadas. Hay razones para creer que la cabeza no estaba desnuda en su exterior, sino que se hallaba protegida por un escudo huesoso. Este carácter y la presencia de fuertes dientes cónicos implantados en los alvéolos, asi como la forma prolongada del cráneo han conducido á varios anatómicos distinguidos, tales como Von Meyer y Mantell, á considerar á los Labyrinthodon como mas próximos á los cocodrilos que á las ranas. Jaeger y Owen han creido que valia mas clasificarlos entre los Batracios, en razon á sus dobles cóndilos occipitales y á la posicion de algunos dientes sobre el vómer y los huesos palatinos. Que ocupan un lugar intermedio entre los dos grupos anteriores es un hecho incontestable; pero mientras no tengamos á la vista un esqueleto mas completo, no podremos clasificarlos detenidamente en una ú otra de estas dos grandes divisiones de reptiles.

Mamíferos Triasicos. En 1847 el profesor Plieninger de Stuttgart, ha publicado la descripcion de dos dientes molares fósiles atribuidos segun él á un cuadrúpedo de sangre caliente, y recogidos en una brecha de osamentas entre el Lias y el Keuper en Wurtemberg. Este descubrimiento curioso no tuvo toda la celebridad que merecia, afortunadamente el doctor Jaeger le ha recordado en su memoria reciente sobre los mamíferos fósiles del Wurtemberg.

La fig. 364, representa el primer diente que se ha encontrado, está tomada de un grabado publicado en 1847, por el profesor Plieninger; la fig. 365, es un dibujo hecho á la vista del original por Hermann von Meyer; la fig. 366, representa otro molar mayor tomado tambien de una lámina del profesor Jaeger.

En 1847, Plieninger, observando la doble raiz de este diente, las dimensiones desiguales, la forma y número de las protuberancias que guarnecen las coronas planas, manifestó la opinion de que debia ser un molar de mamífero y que pertenecia á un animal de presa, probablemente á un insectívoro; le dió, pues, el nombre de *Microlestes*, de μικρος, pequeño, y de ληστης, animal de presa. Algun tiempo despues este sabio descubrió el segundo diente, siempre en la misma localidad de Diegerloch, á unos 3 quilómetros Sur-Oeste de Stuttgard. Algunas de sus puntas estan rotas, pero parecen haber sido originariamente en número de seis. El conjunto de sus caracteres le ha hecho atribuir por Plieninger al mismo animal, pero como es cuatro veces mayor que el anterior, pertenece quizá á otra especie de la misma familia. Este molar se halla en una ganga de gres, mientras que el de la fig. 364 se encuentra aislado. Varios fragmentos de huesos de estructura diferente de la de los saurios y los peces, y que se creia pertenecian á mamíferos, estaban sepultados en la misma roca cerca de este diente.

Examinando los caracteres indicados por las figuras 364, 365 y 366, y tambien por las descripciones hechas por Plieninger, Waterhouse, individuos del Museo Británico, ha observado que no solo la doble raiz del diente y su corona erizada de varias puntas se parecen á las de los mamíferos, sino que el *cingulum* ó borde que rodea la base de la parte del cuerpo del diente expuesta en otro tiempo fuera de las encías, distingue al animal de los peces y de los reptiles.

La disposicion de las seis asperezas ó tubérculos en dos filas, fig. 364, con un surco ó depresion que las separa, y al mismo tiempo la forma oblonga del diente, deben, añade este naturalista, hacerle considerar como un molar de la mandíbula inferior. Estos dos dientes se diferencian de los de los mamíferos de Stonesfield, pero no tienen ningun carácter bastante marcado para que se pueda decir á qué órden pertenecen.

La capa donde se han encontrado los fósiles que acabamos de indicar, está situada entre el Lias y el miembro superior del Trias; las consideraciones que siguen probaran que pertenece verdaderamente á este último terreno.

En el Wurtemberg se distinguen dos lechos de osamentas; uno muy extenso y muy abundante en restos de peces y de reptiles, se halla colocado entre el Muschelkalk y el Keuper; otro, mas reducido y menos abundante en fósiles, contiene el *Microlestes* y se encuentra sobrepuesto al Keuper ó miembro superior del Trias, y cubierto por el gres del Lias. Este último lecho de osamentas, ocupa, por consiguiente, poco mas ó menos el mismo horizonte que el *Bonebed* de Axmouth y de Aust-Cliff cerca de Bristol (Inglaterra), el cual contiene, como es sabido, especies de peces pertenecientes á los géneros *Saurichthys*, *Hybodus* y *Gyrolepis*, y características del Muschelkak. Estos tres géneros son comunes á las dos capas de osamentas del Wurtemberg, y una de las especies *Saurichthys Mougeotii*, pertenece á un mismo tiempo á los dos miembros de la brecha; lo mismo sucede con el notable reptil llamado *Nothosaurus mirabilis*. El saurio de la familia de los Tecodontes, que Von Meyer ha llamado *Belcdon*, es otra forma triásica que en Diegerloch se halla asociada al *Microlestes*.

Antes del descubrimiento hecho por Plieninger, los mamíferos fósiles mas antiguos que se conocian, eran los del esquisto de Stonesfield, ningun individuo de esta clase se ha encontrado en la tierra de batanero, ni en la Oolita Inferior, ni en miembro alguno del Lias.

ORÍGEN DEL GRES ROJO Y DE LA SAL GEMMA.

Hemos visto que en diferentes puntos del globo se observan arcillas gres, rojos y abigarrados, pertenecientes á varias épocas geológicas, distintos asociados á sal gemma, á yeso y á caliza magnesiana, y á una sola de estas sustancias, y á todas á un tiempo. Es pues, preciso, reconocer una causa general á tal coincidencia. No olvidemos, sin embargo, que se encuentran en espesores de algunos miles de metros y en vastas extensiones horizontales masas poderosas de gres y arcilla rojas y abigarradas, enteramente desprovistas de materias salinas ó yesosas. Existen, asimismo, depósitos de yeso y de cloruro de sodio, por ejemplo, en la formacion de arcilla azul de Sicilia, donde no se observa indicio alguno de gres rojo ó de arcilla roja.

Para explicar los depósitos de limo y de gres rojo, no hay mas que suponer una degradacion de los esquistos cristalinos ordinarios ó metamórficos. En la parte oriental de los Grampianos de Escocia, al Norte del Forfarshire, las montañas de gneiss, de micasquisto y de esquisto arcilloso, estan cubiertas por un aluvion que se deriva de la descomposicion de estas rocas; el detritus está teñido por el óxido de hierro, precisamente del mismo color que el antiguo gres rojo de los Lowlands (tierras bajas) de la inmediacion. Bastaria que este aluvion fuera arrastrado al mar ó á un lago para que formara capas de gres ó de limo ro-

jas, absolutamente semejantes á las masas *del Antiguo y del Nuevo Gres Rojo* de Inglaterra, ó á los depósitos terciarios de la Auvernia, formaciones que sus caracteres litológicos serian impotentes para hacer distinguir. Las piedras de gneiss en el Gres Rojo Eóceno de Auvernia, presentan claramente el carácter de las rocas de que proceden. La materia colorante, roja, ha sido quizá, como en los Grampianos, producida por la descomposicion de la Hornblenda ó de la Mica, que contienen óxido de hierro en gran proporcion.

Un hecho general, que hasta ahora no se ha podido explicar, es, que rara vez se encuentran restos fósiles en las rocas estratificadas donde abunda el óxido de hierro, si se encuentran fósiles en el antiguo ó nuevo gres rojo de Inglaterra, ordinariamente es en las capas calizas.

El yeso y la materia salina que estan algunas veces estratificadas con arcillas y gres rojo de diferentes edades, han sido considerados por algunos geólogos como de orígen volcánico. Frecuentemente se observa que bajo el mar, y en la superficie del suelo, en las regiones expuestas á los temblores de tierra y á los volcanes, á una distancia considerable de los puntos que se hallan actualmente en erupcion, se desprenden vapores cargados de azufre, de combinaciones sulfurosas, y de sal comun ó cloruro de sodio. Estas *solfataras* son en realidad una especie de respiraderos, por los cuales todos los productos que se desprenden en estado de sublimacion de los cráteres activos, encuentra un paso del interior de la tierra á su superficie. Está perfectamente demostrado que semejantes emanaciones gaseosas y fuentes minerales, impregnadas de las mismas materias, poseyendo á veces un calor intenso, subsisten durante siglos sin cambiar de composicion ni de temperatura. Pero antes de decidir si estas causas han podido realmente producir en la sucesion de los tiempos, capas de yeso, de sal y de dolomia, es preciso conocer mejor los cambios químicos que se verifican hoy en el seno de los mares donde reina la accion volcánica.

Otra hipótesis, cuyo exámen tampoco careceria de interés, es la que atribuye la precipitacion de la sal en la evaporacion, ya de lagos en el interior de las tierras, ya de lagunas que comunicaban con el Océano.

En Northwich, en el Cheshire, dos capas salinas, exentas en gran parte de materias terrosas, presentan una potencia de 30 metros. La superficie superior de la capa mas elevada es muy desigual y forma conos y figuras irregulares. Entre las dos masas existe un lecho de arcilla dura, atravesado por venas de sal. La capa mas elevada se adelgaza hacia el Sud-Oeste, y pierde cuatro metros de su espesor en una extension de quilómetro y medio. La extension horizontal de estas masas no es exactamente conocida, pero se supone que el terreno que contiene las arcillas y gres salíferos ocupa una superficie de mas de 200 quilómetros de costado. Ormerod no evalúa el espesor total del trias de la misma region, sino en unos 520 metros próximamente. Los gres ondulados, asi como las impresiones del paso de animales, se encuentran á tantos niveles diferentes, que se puede afirmar con toda certeza, que el terreno en su extension total ha sufrido una depresion lenta y gradual durante la formacion del Gres Rojo. La demostracion de semejante movimiento, completamente independiente de la presencia de la sal misma, es de una gran importancia para la teoría de que se trata.

Lyell ha publicado en sus *Principios de Geologia*, un mapa del país singular que se llama el Runn de Cutch, inmediato al Delta del Indus, y que no tiene menos de 11,000 quilómetros cuadrados, es decir, una extension igual á una cuarta parte de la Irlanda. El país, propiamente hablando, no es ni un mar ni una tierra; está en seco durante una parte del año, y cubierto de agua durante los monzones. Algunos puntos estan á largas temporadas expuestos á las inundaciones del rio. No crece yerba en la superficie del suelo, pero se encuentran esparcidas en un espesor de 25 milímetros próximamente, incrustaciones de sal producidas por la evaporacion de las aguas del mar. Ciertos puntos se han transformado copletamente en tierra firme á consecuencia de temblores de tierra sobrevenidos desde principio del siglo actual. En otros puntos, los límites del Runn han retrocedido por efecto de hundimientos. No podria negarse que en semejante region se puedan amontonar bancos de sal en millares de quilómetros cuadrados. El Océano es para la produccion de la sal un manantial tan inagotable, como el sol un foco de calor para la evaporacion. La única condicion necesaria para la formacion de un gran espesor de sal en una superficie tan extensa, seria la continuacion del movimiento de descenso durante un período de larga duracion, no dejando la comarca de conservar un nivel casi horizontal. La sal pura no podria, sin embargo, depositarse mas que en el centro de las cuencas, en los puntos á donde los vientos no lleváran arena, ni las corrientes sedimento. Si el hundimiento del terreno se acelerara hasta el punto de dejar un libre acceso á las aguas del mar, todo lo que podria resultar seria una suspension temporal de la precipitacion de la sal; por otra parte, si el terreno se llegase á secar, arenas onduladas é impresiones de pasos de animales, se formarian quizá allí donde la sal se hubiera primitivamente acumulado. El espesor de la sal y de los lechos de lodo de arena que le acompañan, no dependeria, pues, sino del tiempo, y no exigirian mas que la repeticion de operaciones semejantes.

Hugues Miller, en una interesante disertacion sobre este asunto, toma de los viajes de Parrot á Ararat, en 1836, un pasage relativo á los lagos salados del Asia. En algunos de estos lagos, al Oeste del rio Manech, «el agua durante la estacion de los grandes calores, se cubre de una costra de sal de unos 25 milímetros de espesor, que se levanta con palas. La cristalizacion de la sal se efectúa por la evaporacion rapida que determina el calor del sol en una agua ya sobre saturada de cloruro de sodio; el lago es por otra parte tan poco profundo, que los barcos pequeños tocan el fondo y trazan al pasar un surco, de tal manera que se le puede considerar como un estanque de gran extension, en que la sal adquiere fácilmente el grado de concentracion apetecida.

Otro viajero, el mayor Harris, en su obra titulada *Tierras altas de la Etiopía (Highlands of Ethiopia)* describe un lago de agua salada llamado el Bahr Assal. Este lago, situado cerca de los confines de la Abysinia, y que formó en otro tiempo la prolongacion del golfo de Tadjara, ha sido separado despues ya por una ancha corriente de lava volcánica, ya por un alzamiento parcial del suelo á consecuencia de un temblor de tierra. No recibiendo ningun rio, y expuesto bajo un clima abrasador á los rayos ardientes y contínuos del sol, el lago Bahr Assal, presenta hoy la forma de un estanque elíptico que mide 11 quilómetros al través, lleno en una mitad de agua clara, de azul, y en la otra mitad de una costra sólida de sal blanca como la nieve, resultado de la evaporacion.

Si suponemos, dice Miller, que en lugar de una barrera de lava, se hubieran acumulado barras de arena por la resacá en una costa plana compuesta de arena, mientras que la superficie descendia con lentitud y uniformidad, las aguas de afuera habrian podido precipitarse por encima de las barras y llevar consigo una nueva cantidad de sal despues de agotado el primer vehículo por la evaporacion.»

Podemos añadir que la impregnacion permanente por la sal, de las aguas de un vasto estanque poco profundo, impregnacion llevada mas allá de las propor-

ciones que son habituales al Océano, haria este estanque inhabitable á los moluscos y á los peces; tal es lo que sucede en el mar Muerto. Ademas el cloruro de sodio quedará en exceso en tal estanque, aun cuando el mar hiciera en él frecuentes irrupciones. Si el depósito salino llegase á sumergirse, seria posible, como hemos visto por lo que sucede en el Runn de Cutch, que fuera cubierto por una formacion de agua dulce que contuviera restos orgánicos fluviátiles. Se puede explicar asi la anomalía aparente de capas de sal marina y de arcillas desprovistas de fósiles marinos, alternando con otras capas de orígen de agua dulce.

En una comunicacion recientemente hecha á la Sociedad Geográfica de Bombay, el doctor Buist preguntaba cómo el grado de salificacion del mar Rojo no excedia en mas de un diez por ciento al del Océano. Dicho mar no recibe aguas mas que de los estrechos de Babelmandeb, y en una longitud de costas de mar de 6,400 quilómetros, no existe un solo arroyo ó arroyuelo que desemboque en el mar. Toda la comarca inmediata es excesivamente árida y estéril; la mayor parte se compone de desiertos abrasadores.

Segun la evaporacion demostrada en el mar mismo el doctor Buist ha calculado que se quitan anualmente á su superficie mas de 2 metros y 50 centímetros de agua pura, lo cual forma probablemente la centésima parte de su volúmen total. El mar Rojo debe, pues, aumentar un uno por ciento anualmente en elementos salinos; y como estos representan cuatro por ciento en peso, ó dos y medio por ciento en volúmen de la masa entera, si se supone al mar una profundidad media de 245 metros, suposicion fundada en todas las probabilidades, se necesitaran menos de tres mil años para su conversion en masa sólida de sal. ¿El mar Rojo recibe del Océano, por los estrechos de Babelmandeb, una cantidad de agua suficiente para compensar la pérdida que resulta de la evaporacion? ¿Existe una corriente sub-marina de agua salada mas pesada que se lleva la sal producida anualmente? Sino es asi, ¿qué sucede con el exceso de sal? Los marinos podran quizá por medio de investigaciones sobre este punto poner al geólogo en el caso de formular una verdadera teoría sobre el orígen de la sal gemma.

SOBRE EL NUEVO GRES ROJO DEL VALLE DE CONNECTICUT EN LOS ESTADOS-UNIDOS.

Una depresion de las rocas graníticas ó hipógenas, en los Estados de Massachusets y de Connecticut, se halla ocupada por capas de gres rojo, de esquisto arcilloso y de conglomerato que se extienden en una longitud de mas de 240 quilómetros del Norte al Sur, y en una anchura de 8 á 16 quilómetros; estas capas bajan hácia el Este formando ángulos que varian de 5 á 50 grados. La inclinacion máxima de 50° es rara; no se la ha observado mas que en la inmediacion de las masas de trapp que han penetrado en el gres rojo en la época en que este se acumulaba, ó antes que sus porciones mas nuevas se hubieran depositado. Se ha examinado esta serie en varias localidades, y se ha podido observar que las rocas se han formado en aguas poco profundas, y generalmente cerca de la orilla, puesto que algunas de ellas se han hallado sometidas de tiempo en tiempo á movimientos de elevacion y por consiguiente han quedado en seco, mientras que se hallaba en formacion una nueva serie compuesta de sedimentos semejantes.

Algunas placas de gres rojo de hojas delgadas se hallan frecuentemente onduladas, y presentan en su cara inferior los modelos en relieve de algunas hendiduras producidas en los esquistos rojos y verdes subyacentes. Estos últimos han debido resquebrajarse por la contraccion y la desecacion, antes que la arena viniese á cubrirlos. Algunos de aquellos cuya testura es mas fina, presentan impresiones de gotas de lluvia; modelos en relieve de estas existen en los gres arcillosos que cubren los esquistos. Despues de haber observado semejantes señales producidas por la lluvia en una época conocida sobre el limo rojo reciente de la bahía de Fundy, y modelos en relieve correspondientes sobre los lechos de limo desecado que habian llevado las mareas consecutivas, no quedó duda alguna acerca del orígen de cierto número de las antiguas impresiones del Connecticut. Tambien se han visto en los mismos limos de la bahía de Fundy impresiones de pasos de aves (*Tringa minuta*) que corren diariamente durante la baja marea por las orillas de aquel estuario. Hoy se encuentran en las riberas del Connecticut limos rojos semejantes, pero endurecidos y comprimidos en esquistos, los cuales han conservado fielmente en hueco y en relieve las impresiones de los piés de muchas aves y reptiles que recorren su superficie en la época en que se depositaban, probablemente durante el período del Trias.

Segun Hitchcock, se han distinguido ya en estas impresiones mas de treinta y dos especies de bípedos y doce de cuadrúpedos. En este número, treinta especies serian de aves, cuatro de lagartos, seis de quelonios y seis de batracios. Se han encontrado huellas del mismo género en mas de veinte localidades diferentes, en una extension de cerca de 120 quilómetros del Norte al Sur; se reproducen al través de una sucesion de capas que pasan en algunos puntos de 300 metros de espesor, y cuya acumulacion ha debido por consiguiente exigir miles de años.

Existe una desconfianza muy natural contra todo lo que se refiere á las impresiones fósiles; no será quizá fuera de propósito enumerar algunos de los hechos relativos á los que los geólogos han podido admitir con mas certeza. Cuando Lyell visitó por primera vez en 1842 los Estados-Unidos, augura que el profesor Hitchcock habia ya observado en el distrito anteriormente citado mas de dos mil impresiones de esta naturaleza y todas se habian presentado en la superficie superior de las capas, mientras que los relieves correspondientes existian en la cara inferior. Si se sigue una línea determinada de impresiones, se observa que estas son de tamaño uniforme y se hallan casi igualmente separadas, dirigiéndose el pulgar de dos impresiones sucesivas á derecha á izquierda alternativamente (fig. 367). Una línea sola indica un bípedo; y se observa entonces generalmente de tres en tres impresiones sucesivas una desviacion de la línea recta semejante á la que se advierte en las huellas de pasos que dejan las aves. Existe asimismo una estrecha relacion entre la distancia que separa dos impresiones en una serie y el tamaño de estas impresiones; en otros términos se observa una proporcion regular entre la longitud del paso y la estatura del animal que ha pasado sobre el limo. Cuando las huellas son pequeñas el paso puede tener 12 milímetros; cuando son gigantescas, por ejemplo, en el caso en que los pulgares tienen 50 centímetros de largo, la distancia de una impresion á otra de un mismo lado es algunas veces de 1 metro y 35 centímetros. La mayor parte de las impresiones de bípedos son de tres ramas y presentan el mismo número de articulaciones que el pié de las aves tridáctilas vivas. Ahora bien, estas aves tienen tres falanges en el dedo interno, cuatro en el de enmedio y cinco en el externo; la impresion de la articulacion terminal es la de la hulla. Las impresiones fósiles presentan siempre estos mismos números cuando las articulaciones se hallan exactamente reproducidas, y en cada línea continua de huellas se ven los dedos de tres y de cinco articulaciones dirigidos hácia fuera alternativamente, primero hácia un lado y despues hácia otro. En ciertos ejemplares ademas de la huella de los tres dedos de frente, se observa el rudimento de un cuarto dedo que se dirige hácia atrás. Rara vez la ganga ha sido bastante fina para conservar

la impresion del tegumento ó piel del pié; pero en un ejemplar muy notable descubierto por el doctor Deane en Turners, Falls, sobre el Connecticut, la conservacion ha sido tan perfecta que Owen ha podido asegurar que reproducia la piel de un avestruz y no la de un reptil. Se necesitan muchas precauciones para determinar la capa precisa de roca hojosa sobre que ha pasado el animal, porque ordinariamente la impresion se observa en varias hojas; y si ha desaparecido la hoja superior sobre que ha pisado el animal, la huella de una ó varias articulaciones y aun de un dedo entero puede faltar campletamente.

El tamaño de varias de las impresiones fósiles en el gres rojo del Connecticut, excede tanto al que dejaria un avestruz vivo, que los naturalistas negaron en un principio que fueran pasos de aves, pero posteriormente se han descubierto en la Nueva Zelanda huesos y un esqueleto casi entero de *Dinornis*, asi como otras aves gigantescas y sus dimensiones han disipado todas las dudas.

La anchura de las huellas del pié de un animal pesado que anda sobre un limo blando aumenta hasta cierta distancia partiendo del punto en que el animal ha puesto el pié. Es pues preciso para evitar toda exageracion tener en cuenta mas bien el relieve que el hueco de la impresion. Los relieves demuestran que algunos de estos bípedos fósiles han tenido un pié cuatro veces mas ancho que el del avestruz, pero quizá no mucho mas que el del *Dinornis*.

Se han descubierto tambien muy recientemente en un depósito de aluvion en Madagascar huevos de otra ave gigantesca llamada *Sepiornis*, y cuya desaparicion es probablemente obra del hombre. El huevo tiene seis veces la capacidad del de un avestruz; pero á juzgar por las grandes dimensiones del huevo del *Apteryx*, Owen no cree que el *Sepiornis* haya excedido ni aun igualado al *Dinornis*.

Entre las huellas atribuidas á los bípedos, no se ha observado mas que una perfectamente distinta de un pié de cuatro dedos dirigidos hácia delante. Este ejemplo ha presentado una serie de cuatro impresiones, cada una de las cuales media 55 centímetros de largo y 30 de ancho, con articulaciones muy parecidas á las de los dedos entre las aves. Agassiz ha creido que podrian pertenecer á un Batracio bípedo gigantesco. Otros naturalistas han llamado la atencion sobre el hecho de que ciertos cuadrúpedos colocan al andar la extremidad del miembro posterior precisamente en el punto del suelo en que acaban de fijar el pié delantero y producen asi una sola línea de impresiones como la de un bípedo. Por otra parte Waterhouse Hawkins ha observado que en Australia ciertas especies de ranas y de lagartos tienen los dos dedos externos tan poco desarrollados y tan rectos que no pueden menos de dejar sobre el limo y la arena impresiones tridáctilas. Un osteólogo americano, el doctor Leidy, ha hecho observar que el Pterodáctilo se acercaba tanto á las aves en la estructura y forma de los huesos de las alas y de la tibia, que ciertos reptiles de esta especie recogidos en la Creta y en el Weald en Inglaterra han sido tomados por Aves. Ahora bien, ¿el pie de un Pterodáctilo no hubiera podido parecerse tambien al de una Ave? Sea lo que quiera de esta opinion, la mayor parte de las impresiones en América concuerdan tan exactamente en forma y tamaño con las de los pasos de aves hoy vivas, especialmente de las que frecuentan las orillas de las aguas, que debemos por lo menos hasta el presente y por las analogías conocidas, referirlas mas bien á bípedos alados que á bípedos desprovistos de plumas.

No se han encontrado todavía osamentas de Pterodáctilo ó de aves en las rocas del Connecticut; pero se encuentran abundantes coprolitos, El doctor Dana ha demostrado ingeniosamente por el análisis de estos cuerpos y la determinacion de las proporciones de ácido úrico, de fosfato, de carbonato de cal y de materia orgánica que contiene, que lo mismo que el guano son excrementos de Aves mas bien que de reptiles.

Algunas de las impresiones de cuadrúpedos que acompañan á las de Aves, son análogas al *Cheirotherium* de Europa y presenten una desproporcion semejante entre los piés posteriores y los anteriores; otras recuerdan al *Rhynchosaurus* del Trias de Inglaterra, reptil que ciertos caracteres osteológicos refieren á un tiempo á los Quelonios y á las Aves. Finalmente varias impresiones parecen pertenecer á Tortugas.

Segun Darwin «los Avestruces de la América del Sur, aunque se alimentan habitualmente de materias vegetales y raices de yerbas, etc. Se adelantan durante las mareas bajas en Bahía-Blanca á 39° de latitud S. en la costa de Buenos-Aires, hasta la playa de Limo que entonces queda seco, y van segun dicen los gauchos á alimentarse allí de pececillos.» Penetran sin dificultad en el agua, y se les ha visto en la bahía de San Blas y de Puerto Valdés en Patagonia, nadar de isla en isla. Es, pues, evidente que en nuestros dias, en la América del Sur, el limo de las riberas es frecuentado á un mismo tiempo por avestruces, aligatores, tortugas y animales análogos á las ranas; ahora bien, las impresiones de pasos que dejan estas diferentes tribus no se diferencian unas de otras mas que las observadas en las rocas del Connecticut, y que han sido atribuidas á las Aves, á los Saurios, á los Quelonios y á los Batracios.

En el estado actual de nuestros conocimientos no es posible establecer exactamente la edad del Grés Rojo y del esquisto que contienen las impresiones en los Estados Unidos; no se ha encontrado todavía concha alguna fósil ni planta bastante bien conservada para poderse determinar. Los peces son abundantes en él y se hallan en estado perfecto; pertenecen á un tipo particular que se habia referido en un principio al género *Palæoniscus*, pero del cual ha hecho despues con razon Felipe Egerton el género nuevo *Ischypterus* llamado asi por el tamaño y fuerza de los radios de la aleta dorsal. Los peces de este género se diferencian de los *Palæoniscus* como lo ha observado Redfield, en que su color vertebral se prolonga menos en el lóbulo superior de la cola, ó para usar el lenguaje de Agassiz, en que son menos heterocercos. Sus dientes tambien, segun Egerton, se diferencian de los del *Palæoniscus* en que son mucho mas fuertes y cónicos.

Es muy probable que los gres que contienen estos peces, sean mas antiguos que las capas de hulla que se encuentran cerca de Richmon en Virginia y que se remontan por lo menos á la misma época que la Oolita y el Lias. La mayor antigüedad de las rocas del Conneticut no puede demostrarse por la superposicion directa, pero la estructura general de la comarca parece autorizar á admitirlo. Esta estructura prueba que las rocas son mas modernas que los movimientos á que debe su altura la cordillera de los Apalaches ó de los Alleghanys, y la cordillera misma encierra entre sus rocas dislocadas la antigua formacion hullífera. En otro lugar expresamos la posicion discordante de Nuevo Gres Rojo de Ornitienitas en las aberturas de las rocas primarias ó paleozóicas inclinadas de los Apalaches. La falta de peces francamente heterocercos no permiria colocar la formacion en la edad permiana, y la opinion que ve en el Gres rojo un miembro del Trias, parece en suma ser la mejor que se puede adoptar en el estado actual de nuestros conocimientos.

CAPITULO XXIII.

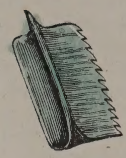
GRUPO PERMIANO Ó DE LA CALIZA MAGNESIANA.

Al explicar en el capítulo precedente, el uso de la

371



379



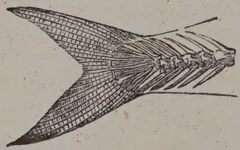
390



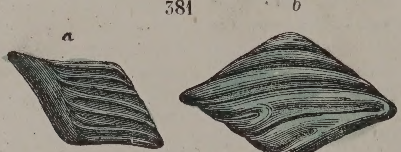
385



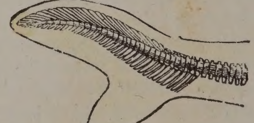
376



381



375



371. *a. Fenestella retiformis*; *b.* Porcion aumentada.—375. Tiburon. *Heterocerco.*—376. Alosa. *Heterocerca.*—379. Cara inferior de una escama aumentada de *Palæoniscus glaphyrus.*—381. *Pygopterus mandibularis*; *a.* Cara exterior de la escama aumentada; *b.* Cara inferior de la escama.—385. *Walchia piniformis*; *a.* Rama; *b.* Ramo; *c.* Hojas aumentadas.—390. *Caulopteris primæva*, Lindley.

palabra *poikilítico*, hemos dicho que en ciertas partes de Inglaterra costaba trabajo separar en dos sistemas geológicos distintos, los margas y gres rojos originariamente designados con el nombre de Nuevo Gres Rojo; sin embargo, gracias al progreso de las investigaciones y por medio de una comparacion detenida de las rocas que existen en Inglaterra entre el lias y el terreno hullífero, y de las que ocupan una posicion geológica semejante en Alemania y en Rusia, los geólogos han podido establecer divisiones en la formacion poikilítica. Al mismo tiempo se ha demostrado que la division inferior se relaciona mas estrechamente por sus restos fósiles con el grupo carbonífero que con el del Trias. Si se hubiera pues de trazar una línea de demarcacion entre las capas fosilíferas secundarias y las capas primarias, lo mismo que entre las terciarias y las secundarias, esta línea pasaria al través de la parte media de lo que se llamaba en otro tiempo el Nuevo Gres Rojo ó grupo Poikilítico. La mitad inferior de este grupo constituiria un terreno Primario ó Paleozóico, mientras que su porcion superior formaria la base de la serie secundaria. El miembro inferior ó Caliza Magnesiana de los geólogos ingleses, ha recibido de Murchison en 1841 el nombre de *Permiano*, del gobierno de Perm en Rusia, donde este terreno ocupa una superficie doble de la de Francia y contiene en abundancia fósiles muy variados.

En su monografía de los fósiles del *Permiano* de Inglaterra, ha dado King la tabla siguiente de los seis miembros de este sistema en el Norte de Inglaterra, en las formaciones que admite como sus correspondientes en Turingia.

Norte de Inglaterra.

1. Caliza cristalina, concrecionada y caliza no cristalina.
2. Caliza-brecha y pseudo-brecha.
3. Caliza fosilífera.
4. Caliza compacta.
5. Esquisto margoso.
6. Gres inferior de diferentes colores.

Turingia.

1. Stinkstein.
2. Rauchwacke.
3. Dolomit, ó Zechstein Superior.
4. Zechstein, ó Zechstein Inferior
5. Mergel-Schiefer é Kupferschiefer.
6. Rothliegendes.

Empezaremos por la mas elevada de estas subdivisiones remitiendo al lector para una descripcion mas detallada de los caracteres litológicos de todo el grupo, tal como se presenta en el Norte de Inglaterra, á una memoria importante publicada por Sedgwick en 1835.

Caliza cristalina ó concrecionada (núm. 1). Se puede observar esta formacion en la costa de Durham y en el Yorkshire, en el flujo y reflujo. Los fósiles característicos son principalmente el *Schizodus Schlotheimi* (fig. 368) y el *Myrtilus septifer* (fig. 369).

Se encuentran estas conchas en Hartlepool y en Sunderland, localidades en que la roca toma una estructura oolítica ó botriodea. Algunos de los lechos son ondulados, y segun King, la ausencia de corales y el carácter de las conchas indicarian que la formacion se ha depositado en una agua poco profunda. En algunos puntos de la costa de Durham, la roca que no es cristalina contiene hasta 44 por 100 de carbonato de magnesia mezclado con carbonato de cal. En otros puntos, porque esta formacion varia extremadamente en su composicion y en su estructura, consiste principalmente en carbonato de cal y se presenta en forma de masas concrecionadas globulares, hemisféricas, cuyo tamaño varía desde el de una bola de billar hasta el de una bala de cañon, y cuyo interior está radiado del centro á la circunferencia. A veces, lechos terrosos y pulverulentos, pasan á una caliza compacta ó á una dolomia pura y granugienta. La extratificacion es muy irregular; bastante acentuada en algunos puntos, se halla en otros interrumpida por la accion de concreciones que han producido una nueva disposicion de los materiales de estas rocas posteriormente á su depósito. Se ven ejemplos de estos diferentes pasos en Pontefract y en Ripon (Yorkshire).

La *caliza-brecha* (núm. 2) no contiene fragmentos de rocas extrañas, sino que parece compuesta de detritus procedentes de la caliza peruviana misma, en la época de la consolidacion. Algunas de las masas angulosas de la quebrada de Tynemouth tienen sesenta centímetros de diámetro. Sedgwick considera esta brecha como una forma particular de la caliza precedente número 1, mas bien que como una capa regular subyacente. Sus fragmentos son angulosos y nunca han sido redondeados por la accion de las aguas; parecen haber sido cimentados en el sitio que ocupan en la época misma de la formacion del terreno. Se podria pues suponer que han sido producidos por esos movimientos interiores de la masa que determinan la estructura concrecionada. Pero este punto es muy oscuro, y si se examina el fenómeno en las rocas de Marston en la costa de Durham, se acaba por reconocer la imposibilidad de formar en este punto ninguna idea positiva. Las calizas brechas de los Pirineos parece que presentan en pequeño la mayor analogía con las anteriores.

La *caliza fosilífera* (núm. 3) contiene un gran número de delicados Briozoarios; esto seria pues, segun King, una formacion de agua profunda. Uno de los Briozoarios, el *Fenestella retiformis* (fig. 371), es una especie muy variable, y ha recibido diferentes nombres. Algunas veces llega á un tamaño considerable; su diámetro puede llegar á 20 centímetros. Tambien se encuentra abundantemente en el Peruviano de Alemania el mismo zoófito, ó mas bien el mismo molusco, con otras varias especies propias de Inglaterra.

Diferentes conchas de los géneros *Productus* (figura 372) y *Strophalosia* (vecino del primero por los dientes que guarnecen el interior de la charnela), conchas que no se encuentran sino en las capas mas nuevas que el Peruviano, abundan en esta division de la série, en el seno de las capas de la caliza magnesiana amarilla ordinaria. Van acompañadas de ciertas especies de *Spirifer* (fig. 374) y otros braquiópodos que tienen todos los caracteres de verdaderos tipos primarios paleozóicos. Algunas de las conchas de la misma tribu, tales como el *Athyris Roissyi*, vecino de la *Terebratula*, son específicamente las mismas que las de las rocas carboníferas. Las *Avicula*, *Arca*, *Schizodus* (fig. 368, 369, 370), y otros bivalvos lamelibranquios abundan en la misma caliza; pero los univalvos espirales son raros en ellas.

La *caliza compacta* (núm. 4) se relaciona íntimamente con la anterior y contiene tambien restos orgánicos, principalmente Briozoarios. Se halla sobrepuesta al *esquisto margoso* (núm. 5) que consiste en arcillas calcaríferas duras, en esquisto margoso y en caliza en lechos muy delgados. Hácia East Thiekley, en el condado de Durham, esta division (núm. 5), mide 9 metros de espesor, ha producido algunos buenos ejemplares de peces fósiles pertenecientes á los *Palæoniscus*, *Pygopterus*, *Cœlacanthus* y *Platysomus*, géneros que se encuentran en todas las capas hulliferas de la época carbonífera, y que probalemente han vivido cerca de las costas. Pero las especies del Per-

miano son particulares, y la mayor parte idénticas á las que producen los esquistos margosos y esquistos cupríferos de Turingia.

El *Palœoniscus* pertenece á la division de los *Heterocercos* de Agassiz, peces cuya cola era desigualmente bilobulada, como en los tiburones y esturiones actuales, y la columna vertebral prolongada en el lóbulo caudal superior (fig. 475). Los Homocercos, que comprenden casi en totalidad las ocho mil especies conocidas en la creacion viva actual, tienen la aleta caudal ya simple, ya igualmente dividida; pero en ellos la columna vertebral termina de repente y no se prolonga en ninguno de los lóbulos terminales (fig. 376).

Agassiz ha hecho observar el hecho singular de que la forma Heterocerca, limitada á un corto número de géneros en la fauna actual, se manifiesta por el contrario universal en la Caliza Magnesiana, y en todas las formaciones mas antiguas. Esta circunstancia caracteriza en la historia de la tierra las épocas primitivas en que la organizacion de los peces, presentaba relaciones mas estrechas con la de los Saurios. En el seno de todas las capas que yacen encima de la Caliza Magnesiana, los peces homocercos predominan.

Felipe Egerton ha dado una descripcion muy completa de las especies de peces características del sistema margoso, la cual se encuentra en la Monografía por el profesor King; en ella se ven figuras de Ictiolitos enteros y bien conservados. Las escamas mismas tienen caracteres tan marcados que bastan habitualmente para indicar el género y algunas veces hasta la especie particular de los peces que han cubierto. Estas escamas se hallan frecuentemente muy esparcidas al través de las capas; pueden ser muy útiles para determinar la edad de una roca.

Los *Gres Inferiores* (núm. 6) que vienen debajo del esquisto margoso, consisten en gres y arenas que separan la caliza magnesiana del terreno hullífero; en los condados de York y de Durham, se ha encontrado á veces una marga roja y yeso asociados á estas capas. Sedgwick las ha clasificado con la caliza magnesiana, aunque sus relaciones con esta caliza sean muy oscuras; pero son casi contínuas con ella en el sentido de la extension. En algunas localidades, las plantas que ofrecen parecen todas específicamente idénticas con las de la serie carbonífera; si la identidad existe realmente, es probable que pertenezcan á esta época, porque segun las investigaciones de Murchison y Verneuil en Rusia y de Gutbier en Sajonia, la verdadera flora peruviana parece con pocas excepciones, distinta de la del terreno hullífero.

Conglomerato dolomítico de Bristol. En las cercanías de Bristol, en el Somersetshire, y en otros puntos á lo largo de las orillas del Severn, se observan capas discordantes de Nuevo Gres Rojo Inferior, que reposan inmediatamente sobre las capas del terreno hullífero, y estan formadas de un conglomerato llamado *Dolomítico*, porque los restos de rocas antiguas que le constituyen se hallan cimentados por una parte roja ó amarilla de dolomia, es decir, de caliza magnesiana. Este conglomerato ó brecha (porque los fragmentos empastados son algunas veces angulosos) existe á trozos en las colinas que rodean á Bristol; llena los huecos é irregularidades de la caliza de montaña y se compone principalmente de los restos de la roca sobre que reposa inmediatamente. En tal punto contiene fragmentos de esquisto hullífero y en tal otro porciones de caliza de montaña que se reconoce en sus conchas y en sus zoófitos particulares. Algunas osamentas fracturadas y dientes de Saurios se hallan tambien dispersos en ciertas porciones de la brecha.

Hasta el descubrimiento del *Archegosaurus* en el terreno hullífero, estos Saurios eran los ejemplos mas antiguos de reptiles fósiles; se distinguen todos en que sus dientes se hallan profundamente implantados en los huesos de la mandíbula y en alveolos distintos, en lugar de estar soldados como en las ranas á un simple rodete alveolar. En el conglomerato dolomítico de las cercanías de Bristol, se han observado restos que el doctor Riley y Stulchbury han llamado *Thecodontosaurus* y *Palœosaurus*. Los dientes en estos dos reptiles son cónicos, comprimidos, y tienen sus bordes finamente festoneados.

Enrique de la Beche ha demostrado que la posicion aislada de esta brecha fosilífera permitia difícilmente asignarla un lugar preciso en la serie poikilítica. Algunos geólogos piensan que podia pertenecer al Trias; pero hasta que no se introduzcan nuevos hechos, debe admititirse la opinion de los primeros observadores.

La Rusia presenta tambien en sus capas permianas, Saurios Thecodontes de diferentes géneros. Otros Saurios de un género llamado *Protorosaurus* existen en el Zechstein de Turingia. Este último género se relaciona con el Monitor moderno, y su aparicion en una formacion primaria ó paleozóica es contraria, como lo ha hecho observar Owen, á la doctrina del desarrollo progresivo, porque si existiera hoy, se colocaria á la cabeza del órden de los Lacertianos.

En Rusia, segun Murchison, las rocas permianas se componen de caliza blanca con yeso y cal blanca; tambien se encuentran en ellas gres groseros rojos y verdes que contienen accidentalmente mineral de cobre, y en fin, calizas magnesianas, margas y conglomeratos.

El país de Mansfeld en Turingia, puede ser considerado como la tierra clásica del Nuevo Gres Rojo Inferior, llamado por otro nombre caliza magnesiana, ó formacion permiana. Produce, principalmente, en primer lugar el zechstein que corresponde á la porcion superior de la serie inglesa, despues el esquisto margoso, cuyos peces son de especies idénticas con las de la capa que lleva el mismo nombre en el condado de Durham. Este esquisto margoso se halla muy impregnado de pirita cuprosa por lo cual se le explota en grande. Entre las capas superiores de este grupo se encuentra la Caliza Magnesiana, el yeso y la sal gemma. En su base yacen los Rothliegendes, que se consideran como correspondientes al Nuevo Gres Rojo Inferior arriba mencionado, y que ocupa en Inglaterra un horizonte semejante entre el esquisto margoso y el terreno hullífero. El nombre local de *Rothliegendes* (capas rojas), ó *Rothtod-liegendes* (capas rojas muertas), ha sido dado por los mineros alemanes por su color rojo, y porque el cobre *muere* ó desaparece cuando se llega á sus rocas, que no son metalíferas ni son en realidad mas que un gran depósito de gres rojo y de conglomerato á los cuales se hallan asociados pórfidos, trapps basálticos y amigdaloides.

Flora permiana. Las recientes Investigaciones de Gutbier han demostrado que en las rocas perusianas de Sajonia no se cuentan menos de sesenta especies de plantas fósiles, entre las cuales, cuarenta no se han encontrado en otra parte. Entre estas las *Calamites gigas*, *Sphenopteris erosa* y *S. lobata*, se presentan tambien en el gobierno de Perm en Rusia. Otras siete son comunes al terreno hullífero; estas son en particular las *Neuropteris Loshii*, *Pecopteris arborescens* y *P. similis*, con algunas especies de *Walchia* (fig. 385), y un género de coníferas llamado *Licopodites* por algunos autores.

Entre el número de los géneros que han sido señalados por Gutbier figuran el fruto llamado *cardiocarpon* (fig. 386), la *Asterophyllites* y la *Annularia*, tan característicos del período carbonífero; se encuentra tambien el *Lapidodendron* comun al Permiano de Sajonia, de Turingia y de Rusia, aunque no sea en ninguna parte muy abundante. El *Noeggerathia* (fig. 387) que Brongniart supone haber sido inmediato á las *Cycas*, establece otro lazo entre la vegetacion permiana y la vegetacion carbonífera. Se observan igual

Geologia.

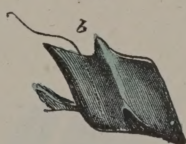
391



380



382



383



384



387



388



389



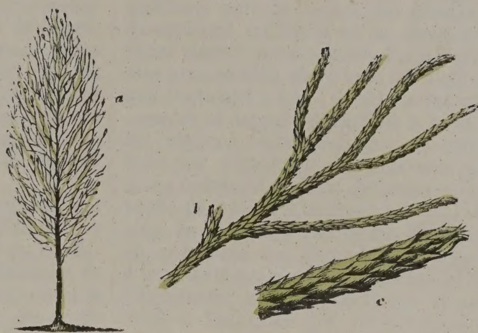
380. *Cœlacanthus granulatus*; superficie granugienta de la escama aumentada.—382. *Acrolepis Sedgwickii*; cara externa de la escama aumentada —383. Diente de *Palæosaurus platyodon*; tamaño natural.—384. Diente de *Thecodontosaurus*; tamaño triple del natural.—387. *Noeggerathia cuneifolia*.—388. *Pecopteris lonchitica*.—389. *a*. *Sphenopteris crenata*; *b*. Porcion de la misma aumentada.—391. Helechos arborescentes vivos de diferentes géneros; *a*. Helecho arborescente de la isla de Borbon; *b*. *Cyathea glauca*, de la isla Mauricio; *c*. Helecho arborescente del Brasil.

Geologia.

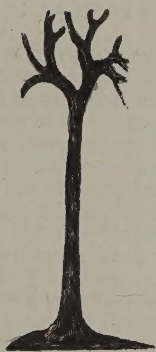
393



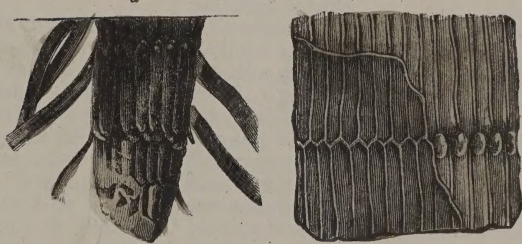
395



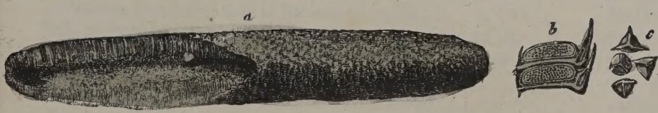
392



397



396



398



346



386. *Cardiocarpon Ottonis*. Permiano de Sajonia; mitad del tamaño natural —392. Tronco ramificado de 15 metros de largo, que se cree ser de *Lepidodendron Sternbergii*. Terreno hullífero de las cercanías de Newcastle —393. Tronco ramificado con corteza y hojas.—394 Porcion del mismo, mas cerca de la raiz; tamaño natural.—395. *a*. *Lycopodium densum*. Orillas del Támesis en Nueva Zelanda; *b*, Rama de tamaño natural; *c*. Porcion aumentada.—396. *a* *Lepidostrobus ornatus*, del Shropshire; mitad del tamaño natural; *b*. Porcion de un corte mostrando los grandes esporangios en su posicion natural, y cada uno fijo en su escama ó bráctea; *c*. Esporos en los esporangios, muy aumentados.—397. *Calamites cannæformis*; *b*. Calamites Suckovii; tamaño natural. Comun en el terreno hullífero en toda Europa.

mente en este terreno Coníferas de la division de las *Araucarias*, pero estas se encuentran á la vez en rocas mas antiguas y mas modernas. *La Sigillaria* y *Stigmaria* que imprimen una fisonomía tan marcada al período carbonífero, han faltado hasta ahora en la formacion de que tratamos.

Entre los fósiles notables de los Rothliegendes, ó parte inferior del Permiano en Sajonia y en Bohemia, se citan troncos sicilificados de helechos arborescentes, designados con el nombre genérico de *Psaronius*. Su corteza estaba rodeada de una masa espesa de raices aéreas que aumentaban el espesor del tallo normal hasta el punto de doblar ó aun cuadruplicar el diámetro. El mismo hecho puede observarse en ciertos helechos arborescentes que existen al otro lado de los trópicos, particularmente en la Nueva-Zelanda.

Se designan tambien Psaronitas en la porcion superior del terreno hullífero de Autun, en Francia, y en las capas hullíferas superiores del Ohio en los Estados-Unidos: pero son especificamente diferentes de las de los Rothliegendes. Forman un lazo entre la flora permiana y la porcion mas moderna del grupo carbonífero. En suma; es evidente que las plantas permianas se aproximan mucho mas á la flora carbonífera que á la del Trias, otro tanto puede decirse de la fauna permiana.

CAPITULO XXIV.

LA HULLA Ó GRUPO CARBONÍFERO.

El primer grupo que se encuentra en el órden descendente es el carbonífero, comunmente llamado la *Hulla* porque contiene diferentes lechos de este combustible en estado mas ó menos puro y en estratificacion alternante con los gres, los esquistos y las calizas. La hulla propiamente dicha apenas forma por sí sola, aun en Inglaterra y en Bélgica donde abunda mas que una porcion insignificante de la masa total. En el Norte de Inglaterra, la potencia de las capas carboníferas se eleva, segun el cálculo de Phillips á mas de 900 metros, mientras que las capas de este combustible en número de veinte ó treinta no pasan de 25 metros en su conjunto.

La formacion carbonífera reviste caracteres diferentes en las diversas partes de las islas Británicas. Ordinariamente se compone de dos miembros distintos: 1.°, el depósito de la hulla propiamente dicha de orígen mixto, y comprendiendo formaciones de agua dulce, terrestres y marinas, entre las cuales se encuentran frecuentemente lechos de hulla; 2.°, la Caliza carbonífera ó Caliza de montaña de orígen exclusivamente marino y conteniendo corales, conchas y encrinos.

En la parte Sud-Oeste de la Gran Bretaña, en el Somersetshire y la Galies de Sur, por ejemplo, las tres divisiones reconocidas por los geólogos ingleses, son las siguientes:

1. Depósito de la hulla (coal-measures). .	Capas de esquisto arcilloso, de gres y de grit (gres grosero), con lechos delgados accidentales de hulla, de un espesor de 180 á 3600 metros.
2. Millstone-grit (gres de moler). . . .	Gres cuarzoso, grosero, que pasa á un conglomerato, algunas veces empleado como piedra de moler, con lechos de esquisto arcilloso; ausencia ordinaria de hulla; espesor que pasa, en ciertos casos, de 180 metros.
3. Caliza de montaña ó carbonífera. . . .	Roca caliza que contiene conchas marinas y corales, desprovista de hulla; potencia variable, elevándose algunas veces á 275 metros.

Se puede considerar el Millstone-grit como un gres hullífero, pero de testura mas grosera y acompañada de esquistos arcillosos en los cuales se encuentran á veces plantas que dan hulla. En el Norte de Inglaterra este gres se halla atravesado por algunas fajas calizas que contienen peines, ostras y otras conchas marinas como en el depósito normal de la hulla, y aun presentan algunos lechos delgados de este combustible. Debe por consiguiente considerarse el grupo entero como compuesto de dos divisiones solamente; el depósito de la hulla (*Coalemeasures*) y la Caliza de montaña. Se encuentra esta última division en Inglaterra, en las cuencas del Mediodía, en la base del sistema, ó inmediatamente en contacto con el Viejo Gres Rojo subyacente; pero á medida que se avanza al Norte hácia el Yorkshire y el Northumberland, empieza á alternar con el depósito propiamente dicho de la hulla, y los dos depósitos forman juntos una serie de capas que miden unos 350 metros de espesor. A esta formacion mixta sucede la gran masa de la verdadera caliza de montaña, mas lejos hácia el Norte, en la cuenca hullífera del Fifeshire en Escocia, el tipo se separa mas y mas del Mediodía de Inglaterra, y se observa una intercalacion aun mas completa de masas gruesas de caliza marina en los gres y esquistos que contienen la hulla.

En Irlanda se encuentra en la base de la Caliza de montaña un sistema de arcillas esquistosas y de esquistos que presentan un espesor de mas de 300 metros y para el cual por este motivo se ha intentado establecer una division aparte. Debajo de estos esquistos hay un gres amarillo que se considera tambien como carbonífero en razon á sus fósiles submarinos aun cuando pasa al Devoniano subyacente. Un gres semejante, pero de menor potencia ocupa una posicion idéntica en el Gloucestershire y en la Gales del Sur.

Griffith adopta en su carta geológica de Irlanda las subdivisiones siguientes:

1. Depósito de la hulla (*coal-measures*), Superior é Inferior.	315	á	670 metros.
2. Millstone-grit.	115	á	550
3. Caliza de Montaña, Superior, Media (ó calp) é Inferior.	365	á	1950
4. Esquisto carbonífero. . . .	215	á	365
5. Gres amarillo (de mayo, etc.), con esquistos arcilloso y calizo.	120	á	610

DEPÓSITO DE LA HULLA.

En la Galies del Sur, el depósito de la hulla llega á un espesor de 3600 metros; sin embargo, los lechos que le componen parecen, á excepcion de la hulla misma, haber sido formados en una agua de mediana profundidad, durante un descenso lento, pero quizá intermitente, y en un país donde los rios llevaban sin interrupcion su tributo, de sedimento fangoso y de arena. Esta misma superficie estaba cubierta á trechos de extensos bosques análogos á los que se ven en los deltas de los grandes rios en las regiones cálidas, y que estarian expuestos á ser sumergidos por las aguas dulces ó saladas si el agua bajara algunos decímetros.

Segun la Beche, las capas que tienen mas de 1000 metros de espesor total presentan diez masas princi-

pales de gres. Una de estas mide 150 metros de espesor, y todas juntas una potencia de 650. Estan separadas por esquistos arcillosos que varian de 3 á 15 metros. Los lechos de hulla intercalados en el sistema, no tienen generalmente mas que treinta centímetros á 1,m50 de altura; uno de ellos atravesado por dos ó tres fajas de arcilla se eleva á 2,m75. En otros puntos de la misma cuenca, los esquistos arcillosos dominan comparativamente á los gres. Algunos de los lechos de hulla se distinguen por mayor extension horizontal, pero todos reposan sobre una arcilla. Esta arcilla subyacente es una especie de esquisto arenáceo al cual se da algunas veces el nombre de *fire-stone* (piedra de fuego), y del cual se hacen ladrillos refractarios. El espesor de cada una de sus capas varia de 15 centímetros á 3 metros, y aun mas; los mineros de la Gales del Sur las consideran como miembros esenciales de cada uno de los cien lechos de hulla que se encuentran en su cuenca. Forman, como ellos dicen, el piso sobre el cual reposa la hulla; algunas estan mezcladas con una corta proporcion de materia carbonosa, y otras estan completamente teñidas de negro.

Todas estas capas de arcilla, como ha hecho observar Logan, estan caracterizadas por un género vegetal fósil llamado *Stigmaria*, que se encuentra allí con exclusion de todos los demás. Además, mientras que los esquistos arcillosos supra-yacentes ó *techos* que cubren la hulla, abundan en helechos y en troncos de árboles aplastados y comprimidos, sin ninguna stigmaria, estas plantas singulares conservan frecuentemente en la arcilla esquistosa sub-yacente, su forma natural, sus ramificaciones ordinarias, y envian al través del limo y en todas direcciones, raicillas delgadas y foliáceas, que se habia juzgado en un principio ser verdaderas hojas. Varias especies de *Stigmaria* habian sido reconocidas y descritas mucho tiempo antes que se hubiera demostrado su posicion debajo de cada lecho de hulla, y su verdadera naturaleza, como raices de árboles. Se les consideraba como plantas acuáticas que hubieran extendido libremente sus ramas y sus hojas al través del lodo líquido, y hubieran sido envueltas en él.

FLORA CARBONÍFERA.

Los hechos que anteceden deben demostrar al lector que será imposible encontrar una teoría satisfactoria sobre el orígen de la hulla, mientras que no se haya descubierto perfectamente la verdadera naturaleza de las *Stigmaria*. Antes de exponer lo que se sabe hoy sobre esta planta, y sobre otras, cuya descomposicion ha contribuido á la formacion de la hulla, es necesario trazar primero un rápido bosquejo de toda la flora carbonífera, vasto conjunto de plantas fósiles que nos son mas familiares que ninguna de las que han vegetado anteriormente á la época terciaria. Debemos añadir con Goppert, que se encuentran algunas veces en la hulla misma, restos de todas las familias de plantas que caracterizan el depósito hullífero, circunstancia de un gran interés geológico para este terreno.

Helechos. El número de las especies carboníferas descritas hasta hoy, se eleva, segun Brongniart, á unas quinientas. Quizá no es esto mas que una porcion de la flora total, pero este número basta para demostrar que en esta época geológica el reino vegetal se diferenciaba extremadamente de lo que es en los tiempos actuales. Causa admiracion á primera vista la semejanza de un gran número de helechos, con los que viven hoy, y la diferencia de casi todos los otros fósiles excepto las Coníferas con nuestra flora actual. Sin embargo, respecto á ciertos helechos, como por ejemplo, el *Ptecopteris* (fig. 388), no siempre es fácil decidir si se debe ó no referirlos á géneros diferentes de los que han sido establecidos para la clasificacion de las especies vivas; en cuanto á la mayor parte de las otras tribus que fueron contemporáneas de los vegetales precedentes, á excepcion, sin embargo, de las Coníferas, suele ser difícil determinar la familia y aun la clase á que han pertenecido. Salvo algunos ejemplares bien conservados, los helechos del periodo carbonífero, estan generalmente desprovistos de los órganos de la fructificacion; á falta de este carácter, se han debido formar principalmente los géneros por la ramificacion de las frondas y la distribucion de las hojas sobre el tallo. La mayor parte de estas plantas parecen haber tenido las dimensiones de los helechos ordinarios de Europa; algunas, sin embargo, debian ser arborescentes, sobre todo las del grupo llamado *Caulopteris* por Lindley, y el *Psaronius* de que se ha hablado anteriormente.

Los helechos arborescentes actuales, pertenecen todos á un corto número de géneros de una misma tribu, la de las Polipodiáceas; en estas plantas el tronco está marcado de cicatrices que han dejado las hojas al caer y se parecen á las del *Caulopteris* (fig. 390). Se han extraido ya de las capas del terreno hullífero mas de doscientos cincuenta helechos; aun cuando se dedujeran de este número algunas variedades que se hayan podido tomar por especies, en la ausencia de los caracteres suministrados por la fructificacion, el hecho de esta multiplicidad seria ya muy notable, porque la Europa entera no presenta hoy mas de sesenta especies vivas de la misma tribu.

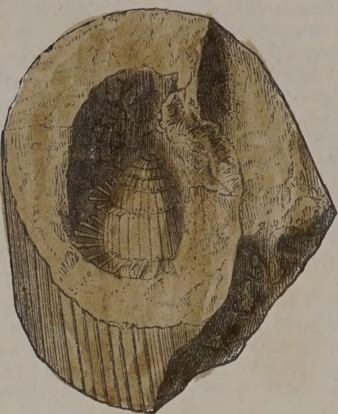
Lepidodendron. Se han referido á este género cerca de cuarenta especies fósiles del terreno hullífero. El tallo, de forma cilíndrica, está cubierto de cicatrices; la ramificacion es siempre dicotómica (fig. 393). La fructificacion se compone de conos con esporangios y sporos (fig. 396); esta circunstancia ha decidido á Brongniar y á Hooker á considerar estas plantas como *Licopodiaceas*. Algunas de ellas eran árboles grandes. Las figuras 392 á 394, representan un *Lepidodendron* fósil de 15 metros de altura, que se ha encontrado en la hornaguera de Jarrow, cerca de Newcastle; estaba tendido en un esquisto arcilloso, paralelamente á los planos de estratificacion. Otros fragmentos descubiertos en la misma roca, hacen presumir por el diámetro de las cicatrices, que el vegetal adquiria dimensiones aun mas considerables. Las Licopodiáceas vivas, de que se cuentan unas doscientas especies, abundan en los climas tropicales. Generalmente se arrastran por la tierra, pero algunas crecen en direccion vertical, por ejemplo el *Lepidodendron densum* de la Nueva Zelanda (fig. 395). Estos cuerpos constituyen muchas veces el núcleo de bolas concrecionadas de hierro arcilloso; estan bien conservados y presentan un eje cónico alrededor del cual se encuentran abundantes escamas imbricadas y muy apretadas. La opinion de Brongniart generalmente adoptada hoy, es que el *Lepidostrobus* representa el fruto del *Lepidodendron*, y no es raro en efecto encontrar de estos frutos al extremo de las ramas de un *Lepidodendron* bien caracterizado.

Equisetáceas. A esta familia pertenecen dos especies fósiles de la hulla, una de las cuales, el *Equisetum infundibiliforme* se encuentra en diferentes localidades de Europa y tambien en la Nueva Escocia; sus ramas estan regularmente festoneadas, provistas de costillas que se prolongan con regularidad como en los frondosos tallos del *E. fluviatile*. El *E. giganteum* descubierto por Humboldt y Bompland, en la América del Sur, crece hasta 1 metro y 50 centímetros próximamente por 25 milímetros de diámetro; mas recientemente Gardner ha observado uno en el Brasil que tenia 4 metros y 50 centímetros de altura. Finalmente, segun Meyen, el *E. Bogotiense* se eleva á 4 ó 6 metros.

Calamitas. Las plantas fósiles de este nombre han

Geologia.

399



401



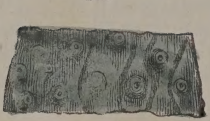
405



398



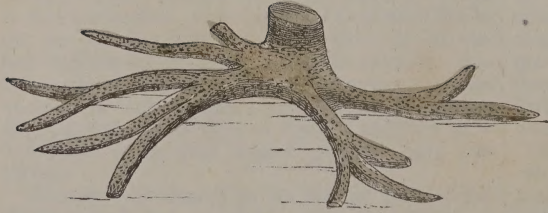
403



400



402



399. Porcion de Calamita cerca de la base; se ve el cilindro exterior que se une por los vasos radiados con el molde de la médula. Su posicion ha sido invertida para hacer ver la cavidad.—398. Extremidad de la raiz de una Calamita. Nueva Escocia.—400. *Asterophyllites foliosa.* Terreno hullífero de Newcastle.—401. *Sigillaria lævigata.*—402. *Stigmaria* que sigue á un tronco de *Sigillaria.*—403. Ejemplar de *Stigmaria* mostrando en la superficie la forma de los tubérculos.—405. Fragmento de leño conífero, *Dadoxilon,* roto longitudinalmente; *a.* Corteza; *b.* Zona leñosa ó fibra; *c.* Médula; *d.* Molde del canal medular ó *Sternbergia.*

sido clasificadas en un principio entre las Criptogamas, y consideradas por la mayor parte de los botánicos como *Equisetáceas* gigantescas, en efecto, lo mismo que la Cola de caballo comun, tienen un tallo hueco articulado y acanalado exteriormente (fig. 397 y 398).

Despues de los descubrimientos de Germar y Corda, Brongniart ha demostrado en sus *Géneros de los Vegetales Fósiles*, que un gran número de Calamitas no han pertenecido á las Equisetáceas, ni probablemente á ninguna de las tribus desprovistas de flores; dicho autor cree que se aproximaban mucho mas á las dicotiledones gimnospermas. Su estructura presentaba al rededor de una médula central un estuche leñoso atravesado de radios medulares regulares, y que cubria á su vez una corteza espesa. Con arreglo á los tallos fósiles que le han presentado esta estructura, Brongniart ha formado su género *Calamodendron*, comprendiendo varias especies que Cotta, Petzholdt y Unger referian al género *Calamitea*. El *Calamodendron* es liso por la parte exterior; está provisto de un canal medular articulado, y marcado por fuera con estrías verticales profundas; en una palabra reune todos los caracteres de las plantas fósiles á que los geólogos dan comunmente el nombre de *Calamitas*. Despues de la publicacion del ensayo de Brongniart, Binney ha hecho en el mismo asunto varios descubrimientos importantes; por otra parte, Dawes ha publicado una descripcion mas completa de este singular fósil. La opinion de estos dos observadores ha sido confirmada por Williamson de Manchester, que ha examinado un ejemplar representado en la fig. 399; en el interior se ve un canal medular, cuyo carácter se refiere al Calamodendron, y que presenta en el exterior otro cilindro vertical, acanalado en su superficie externa, de tal manera que en el mismo tallo dos Calamitas se cubren una á otra. Está perfectamente demostrado que las dos no constituyen mas que una sola planta, en efecto del contorno de cada articulacion de la médula irradian prolongaciones que penetran en la zona leñosa; se ve en la fig. 399 hácia la parte baja de la cavidad, una vuelta ó círculo completo de estas prolongaciones; otras vueltas que siguen son incompletas; varios de los radios se hallan aun en su sitio primitivo, mientras que los otros han desaparecido, dejando sus puntos de insercion marcados por cicatrices; ademas de estas prolongaciones verticiladas, se observan en otros ejemplares un conjunto de verdaderos radios medulares ordinarios. La zona leñosa penetrada al mismo tiempo por las prolongaciones de que tratamos, y por los radios medulares verdaderos, se halla ordinariamente en estado de materia carbonosa parda, no conservando mas que cierta tendencia á separarse en partes longitudinales; pero presenta aun en algunos ejemplares su tallo fibroso parecido al de el *Dadoxylon*; en fin, fuera de esta zona se ve otro cilindro que debe haber sido primitivamente una corteza celular gruesa; iguala casi á la tercera parte del tallo en diámetro, y presenta exteriormente articulaciones y canales semejantes á las de la médula.

En suma, por estos mismos descubrimientos se hace mas y mas difícil determinar la verdadera familia á que se deban referir el mayor número de Calamitas. La organizacion interior de estas plantas, dice Williamson, era enteramente particular; si por una parte presentaban íntimas afinidades con las dicotiledones gimnospermas, por otra parte la disposicion de su tejido diferia esencialmente de todas las formas de Gimnospermas conocidas.

Asterofillitas. La graciosa planta que representa la fig. 400, seria segun Brongniart un tallo de *Calamodendron*; su médula y radios medulares anunciarian una planta dicotiledona. Por la naturaleza de su tejido parece vecina de las Gimnógenas y del género *Sigillaria*. Pero bajo el nombre de *Asterophyllites* se han comprendido diferentes restos de vegetales que probablemente pertenecian á distintos géneros. En realidad estos restos no tienen por carácter comun mas que la existencia de hojas estrechas verticiladas y que presentan una sola nervadura. El doctor Newberry del Ohio, ha descubierto en la hulla de aquel país, tallos fósiles provistos hácia su extremidad de hojas en forma de cuña, semejantes á las del *Sphœnophyllum*, mientras que mas abajo las hojas eran tubulosas y capilares, y habrian ciertamente recibido el nombre de *Asterophyllites* si se las hubiera encontrado desprendidas. De este hecho Newberry ha deducido que el *Sphœnophyllum* era una planta acuática, cuyas hojas superiores flotantes, eran anchas y ofrecian una disposicion complicada en sus nervaduras, mientras que las hojas inferiores ó sumergidas, eran lineales y provistas de una sola nervadura. «Semejante suposicion, añade, adquiere mucha probabilidad por la longitud extremada y la delgadez de las ramas de esta planta, cuya naturaleza herbácea parece haber exigido para medio un elemento mas denso que el aire.

Sigillaria. Una gran parte de los árboles del período carbonífero pertenecen á este género, del cual se conocen cerca de treinta y cinco especies. La forma y la estructura de las sigillarias eran completamente particulares, y si se las compara con los tipos actuales, se las encuentra muy anómalas. Brongniart en un principio ha referido estas plantas á los helechos, á los cuales se parecen en efecto por sus vasos en forma de escala, y hasta cierto punto, por las cicatrices que han dejado las bases de las hojas despues de su caida (fig. 401). Pero si se relacionan con las Criptogamas por algunos caracteres, su organizacion interior las aproxima mucho á las Cycadeas, y algunas de ellas parecen decididamente haber estado provistas de largas hojas lineales, totalmente diferentes de las de los helechos. Las sigillarias se elevaban á veces hasta la altura de 21 metros; su tronco era cilíndrico, regular, no ramificado aunque algunas fueran dicótomas hácia su extremidad superior. Este tronco acanalado y cuyo diámetro variaba de 30 centímetros á 1 metro y 50 centímetros, se descomponia segun parece mas rápidamente por dentro que por fuera y acababa por quedarse hueco conservando su posicion vertical; cuando caia se aplastaba por la compresion. Por esto la corteza de las dos caras de aplanamiento, corteza convertida hoy en hulla brillante y frágil, forma con frecuencia dos capas horizontales sobrepuestas una á otra, cada una de 12 á 25 milímetros de espesor. Estos mismos tallos cuando se hallan dirigidos oblicua ó verticalmente con relacion á los planos de estratificacion, conservan su forma cilíndrica primitiva; entonces no han sufrido compresion y su canal medular se ha llenado de arena que se ha amoldado al interior.

El doctor Hooker creyó ver en las *Sigillarieas*, Criptogamas mucho mas desarrolladas que ninguna de las plantas de la misma clase que forman parte de la creacion actual: la estructura escalariforme de sus vasos concuerda perfectamente con la de los helechos.

Stigmaria: este fósil habia sido tomado en un principio por planta acuática. Hoy existe la prueba de que era una raiz de Sigillaria. Por ciertos caracteres botánicos Brongniart fue el primero que sospechó los lazos que debian existir entre la raiz y el tallo. Esta opinion ha sido confirmada por las observaciones directas de Binney en la cuenca hullífera del Lancashire, y muy recientemente de una manera aun mas cierta, por Brown, en su descripcion de las *Stígmarieas* contenidas en las arcillas del terreno hullífero, en la isla del cabo Breton, en Nueva Escocia.

En el ejemplar que manifiesta la fig. 402, las raices se extendian en un radio de 4,80 metros; algunas enviaban raicillas en todas direcciones en la arcilla inmediata.

Las quebradas de South Joggins en Nueva Escocia han presentado sigilarias en posicion vertical, y de su

extremidad inferior partian como raices de Estigmarieas. Estas raices nacian en número de cuatro, despues cada una de ellas se bifurcaba de manera que se doblaba pronto el número, y mas adelante se manifestaba una nueva dicotomia.

Las raicillas cilíndricas que al principio se habian considerado como hojas, estaban, como lo prueban hoy ciertos ejemplares, primitivamente fijas á la raiz, ocupando huecos profundos y cilíndricos. En el estado fósil no se distingue sino rara vez la señal de la forma cilíndrica de estas cavidades, á consecuencia de la expansion de los tejidos inmediatos. Una vez desprendidas las arcillas, ya no queda nada en la superficie de la Stigmaria, á no ser las filas de tubérculos mamelonados que han formado la base de las raicillas. Estas protuberancias indican quizá un punto de articulacion á la exremidad inferior de las mismas radículas.

Los tubérculos se hallan dispuestos en espiral alrededor de cada raiz, y esta presenta siempre un eje medular y un sistema leñoso que se parecen mucho á los de las Sigillaria, porque la estructura de los vasos es igualmente escalariforme.

Coníferas. Los árboles coníferos del período de la hulla se refieren á cinco géneros; la estructura leñosa de algunos de entre ellos los aproxima á la division de las Araucarias mucho mas que á ninguno de los pinos ordinarios de Europa. Su tronco pasaba algunas veces de 15 metros de altura; todos ó casi todos se diferenciaban de las coníferas actuales por la existencia de un grueso cilindro medular. Williamson ha probado que el fósil vegetal del terreno hullífero á que se ha dado el nombre de *Sternbergia* no era otra cosa que la médula de estos árboles, ó mas bien el molde de cavidades formadas por la contraccion ó la absorcion parcial del eje medular original (fig. 405 y 406). Se observa este tipo particular de médula en representantes vivos de familas muy diferentes de la anterior, por ejemplo en el nogal comun y en el jazmin blanco. En estos vegetales, la médula se reduce de tal manera, que acaba por no formar mas que un cordon delgado en la cavidad medular; placas delgadas de médula se extienden transversalmente y dividen asi el agujero cilíndrico en espacios discoidales. Cuando la materia inorgánica ha penetrado en el interior, constituye un eje, al cual, antes de conocer su verdadera naturaleza, se le habia dado el nombre de *Sternbergia* (*d, d*, fig. 405).

En los ejemplares representados en *b* (fig. 405 y 406) la estructura de la madera indica, coníferas; las especies pertenecen al género extinguido *Dadoxylon* de Endlicher.

Segun el doctor Hooker, el fósil llamado *Trigonocarpon* (fig. 407 y 408) que en un principio se habia tomado por fruto de palmera, deberia como los *Sternbergia*, ser referidos á las Coníferas. Su importancia geológica es muy grande; abunda en el seno del depósito de hulla, y en ciertas localidades, se puede obtener por decirlo asi, por cargas. Excepto las arcillas sub-yacentes y la caliza, no hay parte alguna de la formacion hullífera que no le produzca. El gres, el mineral de hierro, los esquistos y la hulla le contienen. Bidney ha encontrado en el mineral de hierro arcilloso del Lancashire varios ejemplares segun los cuales el doctor Hooker cree que se debe colocar el *Trigonocarpon* en esa vasta seccion de las coníferas vivas que tienen frutos solitarios, carnosos, y no conos. El Trigonocarpon se parece mucho al fruto del género *Salisburia* que se encuentra en China y pertenece á la tribu de los Tejos ó Coníferas taxoideas. Cinco ejemplares fósiles han presentado cuatro tegumentos consecutivos distintos, y una ancha cavidad interior, actualmente llena de carbonato de cal y de magnesia pero probablemente ocupada en otro tiempo por el albúmen y el embrion de la semilla. La forma general del fruto fósil en estado completo de desarrollo es la de un huevo prolongado; excede un poco en tamaño á la avellana ordinaria. El tegumento externo era muy grueso; celular, y sin duda alguna carnoso (fig. 408). Este tegumento es mas largo que la semilla y forma como el espolon de ella. La segunda cubierta era mas delgada, pero dura y marcada con tres costillas. Esta envoltura, única que subsiste generalmente en el estado fósil, ha hecho dar al fruto el nombre de *trigonocarpon*. Mas interiormente existian la tercera y cuarta envoltura, las dos muy delicadas, y que no constituian quizá sino las dos hojas de una sola y misma membrana.

Del lugar de la flora carbonífera. «En resúmen, dice el doctor Hooker, se deben referir estos frutos á un tipo altamente desarrollado, que manifiesta una disposicion muy complexa de los órganos elementales y una apropiacion á funciones enteramente especiales; esta complexidad de estructura y esta especializacion del objeto eran tales, que no se encuentra nada comparable en ningun fruto análogo del reino vegetal actual.» Williamson hace notar tambien, en su memoria sobre la *Sternbergia*, la estructura complexa de este fósil, y añade que en la época tan remota del terreno carbonífero, todas las formas que se observan en los tejidos de los vegetales actuales, parecen haber estado ya creadas.

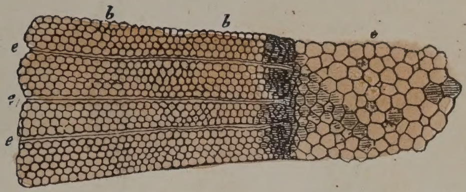
Estas observaciones merecian ser indicadas, porque se ha preguntado si las *Coníferas* ocupan un lugar elevado é inferior entre las plantas fanerogamas; y este punto ha conducido directamente á la teoría del desarrollo progresivo. Segun ciertos botánicos, todas las *Dicotiledones gimnospermas* son inferiores á las *Angiospermas*. Otros botánicos, en cuyo número se cuenta el doctor Hooker, niegan esta opinion, porque las Gimnospermas poseen todos los caracteres tipos de las Dicotiledones mas completas en organizacion. Asi como las Coníferas dan flores, y se propagan por medio de semillas producidas por la accion mutua de los estambres y de los huevecillos; tienen embriones dicotiledones y policotiledones, y su modo de germinacion es el de las demás dicotiledones. El receptáculo, de la semilla ú ovario no está cerrado; pero este caso se presenta tambien en algunos géneros de Angiospermas en las cuales el ovario se abre antes ó despues de la fecundacion, de tal manera que no podria servir este carácter para establecer una diferencia fundamental. Las Coníferas son Exógenas y presentan las mismas disposiciones en médula, leño, corteza y radios medulares que los árboles dicotiledones-tipos. Que la fibra leñosa particular que caracteriza á las Coníferas sea un tejido mas complicado ó mas simple que los vasos espirales es un punto controvertido. Como en ciertas plantas los vasos espirales se encuentran en los retoños jóvenes, y se pierden cuando el vegetal ha llegado á un estado mas adelantado de crecimiento; como por otra parte se encuentran en varias acrógenas, no parece que puedan constituir la prueba de una organizacion superior. En fin, cuando se trata del reino vegetal existe todavía mucha ambigüedad en el sentido que se debe dar á las palabras *organizacion adelantada* ó *poco adelantada*, y los fisiólogos prestan un valor muy diferente al perfeccionamiento de ciertos órganos y á la importancia relativa de sus funciones, aun cuando estas hayan sido muy bien determinadas.

Basta á los geólogos saber que las coníferas fósiles abundan en las rocas mas antiguas que contienen cierto número de restos vegetales, y que si las plantas de este órden no ocupan el lugar mas elevado en la escala de los vegetales, ocupan al menos uno bastante considerable para que no nos sea posible admitir que la flora carbonífera se compone de plantas de organizacion imperfecta.

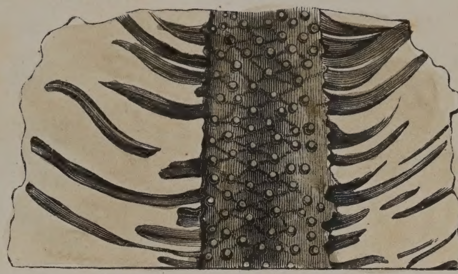
Aunque nuestros conocimientos presentes sean en verdad demasiado incompletos para permitirnos generalizar acerca de la creacion vegetal entera de esta

Geología.

406



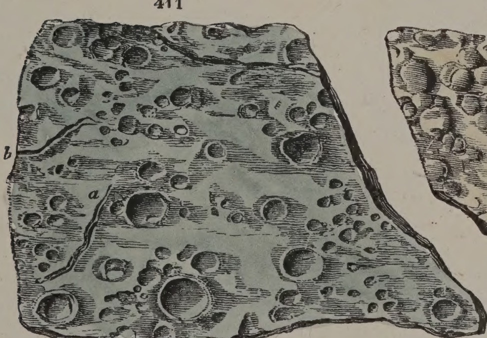
404



410



411



412



409



404. *Stigmaria ficoides*; mitad del tamaño natural.—406. Porcion aumentada del fragmento 405; corte de través; *e*. Médula; *b*, *b*. Fibra leñosa; *e*, *e*. Radios medulares.—409. *Antholithes*, de la hullera de Felling en Newcastle.—410. Corte que muestra la posicion vertical de algunos árboles fósiles, en el gres hullífero de Saint-Étienne.—411. Impresiones cóncavas de gotas de lluvia y huellas de gusanos *a*, *b*, sobre un esquisto verde de la época carbonífera, en el Cabo Breton, en Nueva Escocia; tamaño natural.—412. Impresiones en relieve de gotas de lluvia sobre una porcion de la misma placa, vista por su cara inferior que reposaba sobre un lecho de esquisto arenáceo; tamaño natural. La flecha representa la direccion supuesta de la lluvia.

Geologia.

407



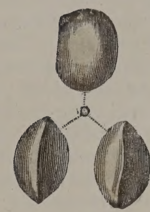
408



414



415



413



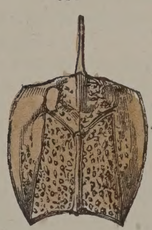
416



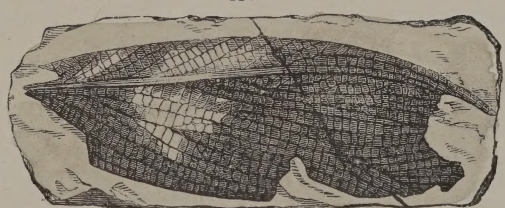
419



417



418



407. *Trigorocarpum ovatum*, de Peel Quarry, en el Lancashire. —408. *Trigonocarpum olivæformæ*, con su cubierta carnosa. Hullera de Felling en Newcastle.—413. Impresiones en relieve de gotas de lluvia y de grietas de contraccion *a*, en la cara inferior de un lecho de gres. Cabo Breton en Nueva Escocia; tamaño natural. —414. *a. Microconchus (Spirorbis) carbonarius*; del tamaño natural y el mismo ejemplar aumentado; *b*. Variedad de la misma especie.—415. *Cypris inflata*; de un tamaño natural y la misma aumentada.—416. *Limulus rotundatus*, terreno hullífero. Coalbrook Dale.—417. *Gliphæa dubia* ó *Apius dubius*. El crustáceo decapodo mas antiguo que se conoce. Terreno hullífero de Coalbrook Dale. —418. Ala de Saltamontes. *Gryllacris lithanthraca*. Terreno hullífero de Saarbruck cerca de Tréveris.—419. *Goniates Listeri*.

época, podemos afirmar, con arreglo á todas las observaciones hechas hasta el presente, que esta creacion diferia mucho de toda la flora actual conocida. La rareza comparativa de las Cotiledones y de las Dicotiledones angiospermas durante la época carbonífera, parece bien demostrada, y la abundancia de los Helechos y Licopediáceas justifica la denominacion de *reino de las Acrógenas*, que Brongniart ha empleado para designar los períodos primarios. En cuanto á las Sigilarieas y á las Calamitas, estas plantas parecen haber sido distintas de todas las tribus hoy existentes. Los botánicos admiten universalmente que la abundancia de los helechos supone una atmósfera húmeda; pero no podria, dice Hooker, deducirse ninguna conclusion cierta de la presencia de las Coníferas solamente, porque se encuentran estos vegetales en los climas cálidos y secos asi como en los fríos y secos, y en las regiones húmedas y calientes como en las húmedas y frias. La Nueva Zelanda es la que mas abunda en Coníferas, constituyen $^1/_{62}$ de la flora fanerogama, mientras que en una gran extension alrededor del Cabo de Buena Esperanza, no representan $^1/_{1600}$ de esta flora. Ademas de las Coníferas, varias especies de helechos crecen en la Nueva Zelandia; algunos son arborescentes; tambien se encuentran varias Licopodiáceas, de tal manera, que un bosque de aquel pais presentaria una vegetacion mas análoga á la del período carbonífero que ningun otro bosque del globo.

Angiospermas. Se consideran como pertenecientes á Monocotiledones ciertas hojas llamadas *Poazitas*, las cuales se parecen á las del césped comun y presentan rayas delgadas longitudinales; pero esta determinacion deja dudas, porque algunas de estas hojas podrian muy bien pertenecer al Lepidodendron y otras á helechos. Se han considerado generalmente como flores en espiga, las plantas curiosas que Lindley ha denominado *Antolitas*, y que parecen provistas de un cáliz y pétalos lineales (fig. 409). Pero el doctor Hooker cree que representan mas bien botones á medio abrir, con hojas tiernas prontas á desplegarse. Supone que son Coníferas, aunque no haya podido establecer sus relaciones con ninguna conífera fósil conocida, á menos que no se comparen á los ramilletes de hojas de alerce saliendo de sus escamas.

Hulla, su modo de formacion.—Arboles verticales. Examinemos ahora la manera como las plantas anteriormente enumeradas, han sido sepultadas en las capas, y cómo han contribuido á producir la hulla. Estudiando los vegetales fósiles de las cuencas hulliferas de Alemania, Geoppert ha descubierto en el seno de la hulla pura restos de plantas de todas las familias que se habian encontrado ya en estado fósil en el terreno carbonífero. Varios lechos de hulla, segun este botánico, son ricos en *Sigillaria*, *Lepidodendron* y *Stigmaria*; este último fósil es tan abundante en ciertos puntos, que forma la masa del combustible. En algunos puntos las plantas son casi exclusivamente Calamitas, y en otros son Helechos. Algunas de las plantas de la hulla de Inglaterra, dice el doctor Buckland, han crecido sobre los fondos mismos de la arena, del fango ó del lodo, que transformadas hoy dia en piedra dura y en esquisto, constituyen las capas que acompañan al carbon; pero otras porciones de esta misma planta han sido transportadas á diversas distancias de los pantanos, de las sábanas y bosques que las habian visto nacer, y estas son particularmente las que se encuentran dispersas al través de los esquistos, los gres, ó mezcladas con los peces. En Balgray, 5 quilómetros al Norte de Glascow, el mismo autor ha encontrado, en 1824, algunos troncos de árboles grandes aun en pié, y sobre el suelo mismo que les habia dado nacimiento. Este ejemplo ha sido presentado por una cantera de gres de la formacion hullífera.

Desde 1837 á 1840, se han descubierto seis árboles fósiles en la cuenca hullífera del Lancashire, en el punto donde esta cuenca está cortada por el camino de hierro de Bolton. Estos árboles estaban todos en posicion vertical, relativamente al plano de las capas que los contenian, y que se inclinaban 15° próximamente al Sur. La distancia entre el primero y último de ellos pasaba de 30 metros; todas las raices se extendian al través de un esquisto arcilloso blando. En la misma superficie, se veia un lecho de hulla de 20 á 25 centímetros de grueso, prolongándose al través del ferro-carril, es decir, hasta 9 metros lo menos. Encima de las raices, debajo del lecho de hulla, se han encontrado, en medio de nódulos de arcilla endurecida, una cantidad tan grande de *Lepidostrobus variabilis*, que se han podido extraer mas de una fanega, principalmente de las aberturas pequeñas que rodeaban la base de los árboles. (Véase la fig. 396). El tronco de cada uno de estos árboles se componia exteriormente de una cubierta de hulla frilable, cuyo espesor variaba de 6 á 18 milímetros, pero que caia en pequeñas porciones asi que se le tocaba. Uno de ellos media 4,m75 de circunferencia en la base, 2,m25 en el vertice, y 3,m30 de longitud. Todos estaban provistos de raices fuertes y sólidas, á veces ramificadas, y que se podian seguir en una longitud de algunos decímetros; quizá asimismo avanzasen mas lejos aun. Hawkshaw, que ha descrito estos fósiles, cree que originariamente han sido leños macizos, pero que se quedaron huecos antes de ser sumergidos; se ve en efecto hoy, en los bosques tropicales, por ejemplo, en los de Venezuela, en la costa del mar de las Antillas, árboles dicotiledones de tallo macizo, cuyo interior en cuanto caen á tierra se destruye tan completamente, que no queda de ellos mas que un cilindro exterior formado principalmente por la corteza. Esta destruccion, añade el autor, se verifica rápidamente, sobre todo en los sitios bajos y llanos, donde el suelo, grueso, fecundo, excesivamente húmedo, alimenta una frondosísima vegetacion de palmeras y otros árboles gigantescos, bajo los cuales crecen bambúes, cañas de azúcar y palmeras mas pequeñas. Estas superficies son, á causa de su nivel poco elevado, muy fáciles de sumergir, y su rica vegetacion puede dar orígen á un lecho de hulla.

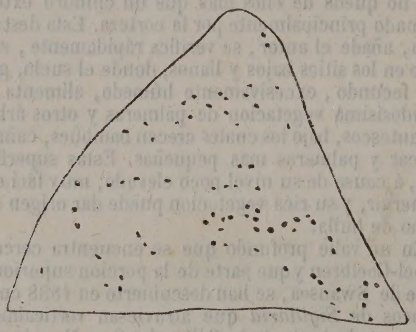
En un valle profundo que se encuentra cerca de Capel-Coelbren y que parte de la porcion superior del valle de Swansea, se han descubierto en 1838 cuatro troncos de *Sigillaria* que atraviesan verticalmente las capas de hulla de la Galles del Sur. Uno de estos troncos media 60 centímetros de diámetro por 4 metros de altura y todos terminaban por abajo en un lecho de hulla. «Parecen, dice la Berhe, haber formado parte de un bosque subterráneo en la época en que se depositaban las capas carboníferas inferiores.»

En una galería de mina de las cercanías de Newcastle, se ha observado un gran número de *Sigillaria*, conservando aun la posicion que tenian al crecer. En una extension de 50 metros cuadrados, se han contado mas de treinta, algunas de las cuales tenian de 1,20 á 1,50 metros de diámetro; su parte interna estaba reemplazada por gres, y la corteza estaba convertida en hulla. Las raices de una de ellas se extendian en el esquisto arcilloso, y el tronco, despues de haber conservado una direccion vertical y su forma cilíndrica normal hasta la altura de unos 3 metros, estaba doblada á esta altura en términos de convertirse en horizontal. Partiendo de este punto se dirigia lateralmente, y aunque sus acanaladuras permaneciesen bastante visibles, se aplanaba hasta el punto de no presentar mas que algunos centímetros de espesor. Estos troncos en posicion vertical son conocidos por los mineros con el nombre de *tubos de la hulla*. Uno de ellos que media 22 metros de largo, ha sido descubierto en 1829 cerca de Gosforth, á unos 7 quilóme-

tros de Newcastle, en un gres hullífero cuyas capas atravesaba. La superficie exterior presentaba á trechos, nudos que indicaban el punto de union de las ramas. El leñoso del interior, estaba convertido en carbonato de cal, y cortando transversalmente pedazos bastante delgados para que se trasparentaran, se podia fácilmente distinguir la estructura primitiva del vegetal.

Estos *tubos de la hulla* son muy temidos por los mineros, porque casi todos los años, en las cuencas de Bristol, de Newcastle, etc., ocasionan graves accidentes. El cilindro de gres sólido que forma el molde de cada uno de estos árboles aumenta gradualmente de diámetro hácia la parte inferior; desprovisto de ramas, pesa con todo su peso sobre su base sin recibir apoyo alguno de la hulla friable que ha reemplazado á la corteza. Asi pues, en el momento que cede la cohesion de esta delgada capa exterior, la pesada columna cae súbitamente en una direccion perpendicular ú oblícua, del techo de la galería de donde se saca la hulla y hiere ó mata á los obreros que encuentra en su caida.

Si en lugar de trabajar en la oscuridad, los obreros se hubieran acostumbrado á trabajar á cielo descubierto, es decir, á quitar la porcion superior de cada capa de hulla, de modo que se expusieran al aire los diferentes suelos sobre que han crecido los antiguos bosques, se tendrian nociones mas claras acerca del modo primitivo de crecimiento. En Parkfield Colliery, cerca de Wolverhampton, en el Staffordshire meridional, se ha descubierto en 1844 sobre una superficie de algunos centenares de metros, una capa de hulla que ha dado mas de setenta y tres troncos de



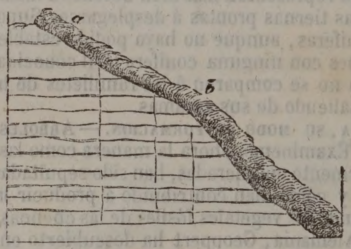
Plano de un bosque fósil, en la hullera de Parkfield, cerca de Wolverhampton; presenta la posicion de 73 árboles en una superficie de un cuarto de acre.

árboles provistos aun de sus raices y dispuestos como lo hace ver el presente plano. Algunos de estos troncos medían cerca de 3 metros de circunferencia. Rotos cerca de la raiz, estaban tendidos en todas direcciones cruzándose muchas veces unos con otros. Uno de ellos presentaba 1.^m50 centímetros y otro 9 metros de largo; todos estaban invariablemente aplastados. y su sustancia completamente transformada en hulla no presentaba mas que un espesor de 25 á 50 milímetros. Sus raices formaban en parte una capa de hulla de 25 centímetros de espesor, que reposaba sobre un techo de arcilla de 50 milímetros debajo del cual habia un segundo bosque sobrepuesto á una faja de hulla de 60 centímetros á 1 metro y 50 centímetros. Debajo existia un tercer bosque con gruesos troncos de *Lepidodendron*, *Calamites* y otros árboles.

En una descripcion de la mina de Treuil en Saint-Etienne cerca de Lyon, Brongniart ha indicado capas horizontales de gres micáceo atravesadas verticalmente por troncos de vegetales monocotiledones parecidos á bambúes ó á colas de caballo gigantescas (fig. 410). Despues de la consolidacion de la roca algunos movimientos de desliz han destruido la continuidad de los tallos y dispersado los pedazos.

Esta disposicion se consideró que indicaba un bosque sumergido; algunos negaban esta opinion, pensando, que en este caso, se habrian encontrado todas las raices á un solo y mismo nivel y no irregularmente distribuidas al través de la masa. Creian, que el suelo que contenia las raices, debia ser diferente del gres que atravesaban los troncos. Pero habiendo tenido ocasion de ver cerca de Pictou en la Nueva Escocia, Calamitas sepultadas en el gres y conservando una posicion vertical análoga á la de los árboles del Treuil, se ha debido adoptar hoy la opinion emitida por Brongniart. Las plantas en el caso particular de que se trata, habrian vegetado en un suelo arenoso expuesto á las inundaciones y que se habria elevado ulteriormente por nuevos depósitos de sedimento, como sucede en los bajos fondos cerca de las orillas de un gran rio en los puntos en que este forma un delta. Los árboles que crecen en un suelo pantanoso no dejan de vivir porque se acumula en su base un suelo nuevo; otros árboles nacen y crecen sobre este suelo nuevo, á algunos centímetros sobre el nivel primitivo del pantano, y asi es, que en la ribera del Mississipi se ven en las mareas bajas, cortes de depósitos semejantes, en los cuales se ven á diferentes alturas troncos de árboles provistos de sus raices y fijos en su antiguo puesto.

En 1830, en una cantera de Craigleith, cerca de Edimburgo, se descubrió un tronco inclinado, cuya longitud pasaba de 18 metros; su diámetro era hácia la parte superior de unos 17 centímetros, y hácia la base de unos 2 metros y 60 centímetros. La corteza se habia convertido en una costra delgada de hulla sumamente pura y fina, lo que producia un extraño contraste de color con el gres blanco cuarzoso en que el árbol se hallaba sepultado. La figura adjunta repre-



Arbol fósil inclinado al través de lechos horizontales de gres en la cantera de Craigleith, en Edimburgo. El ángulo de inclinacion de *a* á *b* es de 27 grados.

senta dicho árbol en la longitud de unos 4 metros. Las capas que se han respetado en los desmontes, en uno de los costados del tronco, demuestran por la claridad y regularidad de su disposicion en los puntos mismos de contacto, que se han depositado tranquilamente alrededor del árbol, y que este no ha podido atravesarlas posteriormente á su formacion durante su período de blandura. Estas capas se componian principalmente de un gres silíceo, la mayor parte de las veces blanco; se dividian en láminas tan delgadas, que se necesitaban de seis á catorce para formar un espesor de 25 milímetros. Algunas de sus divisiones eran negras y contenian materia carbonosa; pero los lechos mas profundos atravesados eran calizos. No se podia suponer que este árbol se hubiera encontrado hueco antes de ser sepultado porque el interior, á pesar de su transformacion en materia pricipalmente caliza, conservaba aun la testura leñosa mas distinta. Indudablemente, la materia petrifi-

cante no se habia introducido por el costado, puesto que las capas, al través de las cuales se habia dirigido el fósil, no eran calizas. Nadie ignora, que en el Mississipi, y otros grandes rios americanos, que arrastran millares de árboles en su corriente, algunos de estos se entierran con sus raices vueltas hácia abajo, y se fijan en el limo. Colocados asi, se les ha comparado á lanzas que reposan; la proa de las embarcaciones suele hallarse expuesta á chocar contra sus vértices puntiagudos, lo cual hace la navegacion sumamente peligrosa. Hugo Miller cita en algunas canteras cerca de Edimburgo cuatro enormes troncos que atraviesan oblícuamente las capas en un ángulo de unos 30°; su porcion inferior mas pesada mira hácia abajo; las raices con una sola excepcion se hallan todas desgastadas por el rozamiento. Estos troncos no miden menos de 18 á 20 metros de largo por 1^m y 20 centímetros á 1^m 80 centímetros de diámetro.

Algunos árboles completamente sumergidos, resisten á la descomposicion durante un gran número de años; puede juzgarse por la duracion de las estacas de madera que se hallan constantemente cubiertas de agua. El estado de conservacion de los árboles fósiles, no supone, pues, necesariamente una acumulacion rápida de las capas de arena, aunque á veces no se necesite mas que un corto número de años para llenar un lecho de rio ó cierta extension de lago ó de pantano.

Nueva Escocia. Los South Joggins, precipicios elevados que rodean el estrecho de Chignecto, uno de los brazos de la bahía de Fundy en Nueva Escocia, presentan por un corte natural uno de los mejores ejemplos que se pueden observar de una sucesion de bosques fósiles del período carbonífero.

Logan que ha visitado y examinado detenidamente esta línea de precipicios ha observado árboles en posicion vertical á diez y siete niveles diferentes en una altura de 1376 metros; calcula la potencia total de la formacion carbonífera con hulla ó sin ella, en mas de 4440 metros; en toda esta masa los restos marinos orgánicos faltan completamente. La longitud habitual de los árboles sepultados, que se han encontrado en esta localidad, era de 1 metro y 80 centímetros á 2 metros y 45 centímetros; pero uno de los troncos medía unos 7 metros de largo por 1 metro y 20 centímetros de diámetro; y aun le faltaba una gran porcion en la base. En ningun caso se han podido descubrir señales del paso de los troncos al través de las capas de hulla por delgadas que estas fueran; la mayor parte terminaban en ellas por su extremidad inferior; solo algunos tenian su base fija en la arcilla ó en el esquisto; ninguno, exceptuando las lalamitas, se apoyaba en el gres. Los árboles verticales parecen, pues, en general haberse desarrollado sobre los lechos de hulla. En las arcillas sub-yacentes abundaban las *Stigmaria*.

En 1852, Lyell y Dawson, examinaron una porcion de la formacion anterior en un espesor de 426 metros y especialmente en los puntos en que los lechos de hulla eran mas frecuentes; encontraron á sesenta y ocho niveles diferentes, indicios evidentes de varios suelos distintos que habian contenido raices. Lo mismo que los lechos de carbon que suelen cubrirlas; estas capas de raices ó suelos antiguos, son hoy las partes de la roca mas fáciles de destruir; los gres y los esquistos hojosos son mas duros, y mas capaces de resistir á la accion de las aguas y del tiempo. En el orígen ha debido sin duda suceder lo contrario; porque en el delta actual del Missisipi, las arcillas en que se ramifican en todas direcciones innumerables raices de ciprés y de otros árboles de pantanos, resisten con mucha mas fuerza á la accion corrosiva ejercida en la base del delta por el rio ó el mar, que los lechos de arena movediza ó las fajas delgadas de limo que no sostienen árboles.

Esto explicaria el que gracias á las raices convertidas hoy en carbon, que las han atravesado y puesto en estado de resistir á la accion de las aguas, las capas de hulla se han librado tantas veces de la desnudacion y han permanecido continuas en extènsas superficies, mientras que otros miembros de la formacion hullífera, que han permanecido en estado de arena y de limo sin consistencia, han sido fácilmente arrastradas.

En cuanto á las plantas de esta region (Nueva Escocia), pertenecen á los mismos géneros, y muchas á las mismas especies que las de las cuencas hullíferas de Europa. En el gres que las llena interiormente, se han observado algunas veces hojas de helechos y otras porciones de Stigmaria, que indudablemente han penetrado al mismo tiempo que el sedimento despues de la decadencia del tronco, cuando este, habiendo quedado hueco, se hallaba sumergido bajo las aguas.

La ausencia general de estructura en el interior de los grandes árboles fósiles del terreno hullífero, indica entre la corteza y el leño, y en beneficio de la primera, una diferencia de duracion que se pueden aun observar en los árboles actuales. En los bosques pantanosos de la Nueva Escocia, el abedul de canoas (*Betula papyracea*) posee una corteza tan dura, que su forma exterior presenta con frecuencia un aspecto enteramente sano, mientras que no existe en realidad mas que un cilindro vacío, cuya parte leñosa ha desaparecido por la descomposicion. En estas circunstancias, la porcion sumergida no tarda en llenarse de limo.

Segun Dawson, uno de los árboles fósiles que se encontraban en posicion vertical en los South Joggins, presentaba la estructura de las Araucarias; ciertas Coníferas del período hullífero han crecido, pues, en los mismos estanques que las Sigilaricas, como se ve hoy á los cipreses, por ejemplo, el *Taxodium distichum*, abundar en los pantanos de la Luisiana, aun bastante cerca del mar.

Los bosques carboníferos sepultados bajo el nivel de las altas mareas, nos suministran otra prueba de la lentitud con que se ha verificado su enterramiento; estas son las Spirorbas ó Sérpulas que se encuentran fijas en el exterior del tronco ó del tallo de árboles verticales, y algunas veces aun en el interior de la corteza. Estos árboles asi cubiertos de innumerables anélidos marinos, recuerdan las grandes cañas (*Arundinaria Macrosperma*), que existen en la extremidad del delta del Mississipi, y que, aunque de agua dulce, estaban cubiertos de Balanos. Estas cañas en una extension de algunas hectáreas, habian perecido por la invasion de las aguas saladas, en una época en que el mar volvió á avanzar por un instante sobre el espacio anteriormente ocupado por el rio. Sus tallos permanecian aun de pié en el lodo blando, manifestando asi como Sigilarias huecas, pero sostenidas por fuertes raices, habian podido resistir á la irrupcion del mar.

En la bahía de Fundy, las altas mareas que se elevan á mas de 18 metros, minan y arrastran sin interrupcion la base de las quebradas, ponen asi en descubierto cada tres ó cuatro años, nuevos árboles fósiles en posicion vertical. Es bien conocido que estos árboles estan esparcidos en un espacio de 3 ó 4 quilómetros de Norte á Sur, y mas del doble de Este á Oeste; se les ve contra los ribazos de los arroyos que cortan la cuenca hullífera.

En el cabo Breton, Richard Brown, ha demostrado que la cuenca hullífera de Sidney, presentaba un espesor de 560 metros, no comprendiendo el millstone-grit sub-yacente; ha determinado los diferentes niveles á que se encuentran árboles en posicion vertical. *Sigillaria, Lepidodendron*, *Calamites* y otros géneros. En una sola extension de 24 metros, ha contado ocho de estos troncos, provistos aun de sus raices y arcillas, y dispuestos al mismo nivel. Fajas de hulla de un espesor variable, alternan en la serie estratificada.

Se encuentran allí una sucesion de cuarenta y un lechos de arcilla llenos de raices y de *Stigmaria* en su posicion normal, diez y seis lechos de árboles mantenidos verticalmente llegan á otros niveles; no podria, pues, negarse la existencia primitiva en esta cuenca hullífera, de lo menos cincuenta y nueve bosques fósiles situados uno encima de otro.

Las conchas fósiles del cabo Breton, y las de la Nueva Escocia, que son principalmente *Cypris*, *Unio*, *Modiola* y un annelido perteneciente probablemente al género Spirorbis (fig. 414), parecen indicar una agua salobre; pero no nos sorprenderíamos de encontrar, siguiendo la misma capa, ya un depósito de agua dulce, ya un depósito completamente marino; este hallazgo dependeria de la direccion que hubiéramos tomado subiendo ó bajando á lo largo del antiguo rio ó del depósito del delta.

En las capas que hemos descrito mas arriba, la asociacion de las arcillas sosteniendo árboles verticales con otros lechos que contienen conchas marinas ó de agua salobre, supone cambios tan frecuentemente repetidos de tierras en mares, y de mares en tierras, que aquí como en todas partes, quizá debíamos esperar encontrar marcas evidentes de la caida de lluvias sobre antiguas riberas marinas. Efectivamente, se han observado á diferentes niveles; pero los mejores ejemplares de este género han sido recogidos por Brown cerca de Sidney en el cabo Breton. Son impresiones muy delicadas de gotas de agua sobre esquistos verdosos con rastros de gusanos (*a*, *b*, fig. 411), análogos á los que acompañan ordinariamente á la reproduccion de las gotas de lluvia en el fango reciente de la bahía de Fundy y de otras playas actuales.

Las impresiones representadas en las figuras 412 y 413, existen en relieve en la cara inferior de dos capas que yacen á dos niveles diferentes; una de estas capas consiste en gres esquistoso, y reposa sobre un esquisto arcilloso verde (fig. 411); la otra es un gres de superficie aparentemente verrugosa, y sobre la cual se observan tambien pequeñas eminencias longitudinales *a*, que prueban haber existido antiguas hendiduras formadas por la contraccion de la arcilla sub-yacente sobre que ha caido la lluvia; algunos de los gres inmediatos son ondulados.

La naturaleza misma de la vegetacion, y la continuidad de los bosques en centenares de quilómetros, bastarian para establecer la gran humedad del clima del período hullífero; pero no es menos interesante para la ciencia que se hayan encontrado en fin pruebas tan positivas de la caida de lluvias cuyas gotas se parecian en tamaño á las que caen en nuestros dias. Estos hechos nos permiten creer, que durante el período carbonífero, la atmósfera no se diferenciaba en cuanto á su densidad, de la atmósfera actual, y que entonces, como ahora, las corrientes de aire variaban de temperatura, y daban lugar por su encuentro á la condensacion de vapores acuosos.

Cuanto mas se estudian las capas hullíferas, tanto mas se cree que han sido formadas á la manera de los deltas modernos. En el seno del extenso espesor de limo estratificado y de arena fina sin cantos rodados que las constituye, se encuentran innumerables troncos, hojas y raices de vegetales terrestres con ausencia casi completa de toda mezcla de restos marinos, circunstancia que denota la existencia prolongada en un mismo fondo de una masa considerable de agua dulce. Como todos los grandes rios, esta masa acarreaba una cantidad inagotable de sedimento, que hase derramado sobre llanuras de aluvion, lejos de las tierras elevadas, mientras que todas las partes groseras y el guijo han sido arrastradas á menor distancia. Estos fenómenos suponen la desecacion y desnudacion de un continente ó de una gran isla que atravesaban una ó varias cordilleras de montañas. La presencia accidental en ciertos puntos de lechos formados en las aguas salobres, se aviene igualmente con la idea de la existencia de un delta, superficie cuyas partes bajas se hallan siempre expuestas á las sumersiones por las aguas del mar; aun admitiendo que el suelo no experimente oscilacion alguna de nivel.

La pureza de la hulla misma y la ausencia de toda parte terrosa ó arenosa en vastas extensiones, se explica difícilmente, si se considera cada lecho de combustible como el resultado de una vegetacion desarrollada en un pantano. Se ha preguntado, cómo inundaciones capaces de arrastrar las hojas de helechos así como los tallos y raices de *Sigillaria* ó de otros árboles, no han podido transportar partícula alguna de limo fino en aguas estancadas. Seria preciso, pues, admitir, que los árboles grandes habrian crecido de generacion en generacion, con sus raices fijas en el limo, y que sus hojas y sus troncos cubriendo el suelo, habrian formado despues lechos de materia vegetal, cubiertos mas tarde del limo que hoy constituye los esquistos; durante este tiempo, la hulla misma, ó la materia vegetal alterada, habria permanecido enteramente pura en partículas terrosas. La cuestion, por embarazosa que parezca á primera vista, puede resolverse con alguna facilidad si se tiene presente lo que pasa hoy en los deltas. Las cañas y plantas herbáceas que cubren las orillas de las aguas estancadas en el valle y delta del Mississipi, forman una vegetacion tan frondosa, que las aguas del rio al pasar al través de aquellas espesuras, se filtran en cierto modo y se quedan enteramente claras antes de llegar á los puntos en que las materias vegetales se acumulan, hace algunos siglos, y forman hulla. Toda mezcla de materias terrosas es imposible. Así es que, en la gran extension sumergida que se llama *Sunk Country* (comarca sepultada) cerca de Nueva-Madrid en la parte occidental del valle del Mississipi, han quedado algunos árboles en posicion vertical desde el año 1811 y 12, época en la cual han dejado de vivir á consecuencia de un grande temblor de tierra; en esta superficie, en los puntos poco profundos, han vegetado plantas de laguna y de pantano; varios rios han inundado anualmente el espacio entero, y sin embargo ningun sedimento ha franqueado los límites del pantano, tan densa es la barrera marginal de cañas y zarzales que los forma.

En los *pantanos de cipreses* del Mississipi, ningun sedimento viene á mezclarse á la materia vegetal que acumula allí la destruccion de los árboles y de las plantas semi-acuáticas. Cuando los calores fuertes dejan en seco una porcion de pantano en la Luisiana y al mismo tiempo se prende fuego á los bosques, se ve al suelo arder tan profundamente como la incandescencia puede bajar antes de llegar al agua, y rara vez se observa el menor resíduo de materias terrosas. En el fondo de todos estos *pantanos de cipreses*, se encuentra un lecho de arcilla lleno de raices del gran ciprés (*Taxodium distichum*), del mismo modo que las arcillas sub-yacentes á la hulla, contienen *Stigmaria*.

Ya hemos dicho, que las capas carboníferas en South Joggins en la Nueva Escocia, medían cerca de 4 quilómetros de potencia, y que se habia demostrado el gran espesor del depósito hullífero cerca de Pictou á mas de 160 quilómetros hácia el Este. Si se desea, pues, evaluar el volúmen probable de las materias sólidas contenidas en las cuencas hullíferas de la Nueva Escocia, no se cometerá un gran error elevando el espesor medio de las capas á 2,300 metros, es decir, á la mitad próximamente del que indican los cortes verdaderos tomados con cuidado. En extension, la cuenca hullífera comprende una gran porcion del Nuevo Brunswick hácia el Oeste, y se extiende al Norte hasta la isla del príncipe Eduardo, probablemente tambien hasta las islas de la Magdalena. Si se agregan las capas del cabo Breton, y las que ha de-

bido arrastrar la desnudacion ó que estan todavía ocultas debajo de las aguas del golfo de San Lorenzo, se tendrá una superficie de unos 58,000 quilómetros cuadrados. Esta superficie con el espesor de 2,300 metros que hemos citado anteriormente, dará mas de 80,000 quilómetros cúbicos de materia sólida para el volúmen de las rocas carboníferas.

El Mississipi emplearia mas de dos millones de años para acumular en el golfo de Méjico una cantidad igual de materia sólida sedimentaria, suponiendo que el término medio del agua descargada por este gran rio fuera, como lo ha calculado Forshey, 137,157 metros cúbicos por segundo durante todo el año, y que la cantidad de limo se elevara como lo ha calculado Riddell á 1,128.678,503 metros cúbicos por año; el Ganges segun las noticias facilitadas por Everest y Strachey, transporta anualmente tan gran cantidad de materia sólida á la bahía de Bengala, que podria ejecutar la misma tarea en 375,000 años lo que no es ni la quinta parte del tiempo que exigiria el Mississipi.

Las capas carboníferas inferiores de Nueva-Escocia lo mismo que las capas medianas y superiores, se componen de lechos formados en las aguas bajas; este hecho prueba, que la totalidad del descenso vertical de 4 quilómetros y medio que se observa en South-Joggens, ha debido producirse gradualmente. Si este descenso se repartiera entre 375,000 años, no pasaria de 1 metro y 20 centímetros por término medio en cada siglo; este es hoy el movimiento que experimentan ciertas comarcas, movimiento enteramente insensible á los habitantee cualquiera que sea su direccion, y que solo los sabios demuestran por medio de investigaciones. Si por otra parte, el descenso se repartiera entre dos millones de años, el término medio no seria mas que 15 centímetros por siglo. Pero un movimiento semejante produciéndose en una direccion ascendente, bastaria para elevar una parte de la costra terrestre á la altura del monte Blanco, es decir, á unos 4 $^1/_2$ quilómetros sobre el nivel del mar.

El delta del Ganges presenta bajo cierto aspecto, una analogía sorprendente con la cuenca hullífera de Nueva-Escocia; el descubrimiento hecho en Calcuta á la profundidad de 2 ó 3 metros bajo la superficie del suelo, de árboles sepultados, provistos aun de sus raices, ha demostrado la existencia de un suelo antiguo, que hoy se ha convertido en sub-suelo. En la abertura de un pozo artesiano practicada en el mismo punto á la profundidad de 147 metros, se han observado á diferentes niveles, y aun á mas de 90 metros bajo el del mar, otros vestigios de suelos antiguos cubiertos de bosques y de hornagueras. Las capas atravesadas han presentado restos de especies recientes de plantas y de animales de agua dulce, lo cual probaria que se habia verificado un descenso al mismo tiempo que se acumulaba el limo fluviátil.

En las cuencas hullíferas de Inglaterra, se nota frecuentemente la misma asociacion de capas de agua dulce ó mas bien de agua salobre y de capas marinas estrechamente unidas á lechos de hulla de orígen terrestre. En este caso se halla el depósito de las cercanías de Shrewsbury, descrito por Murchison, y que segun él, constituye el miembro mas reciente de la serie carbonífera de aquel distrito. Este depósito, que está probablemente formado en una agua salobre, está situado en un punto en que las capas del depósito hullífero se hallan en contacto con el Permiano ó *Nuevo Gres Rojo Inferior*. Se compone de esquistos arcillosos y gres en un espesor de unos 45 metros y contiene hulla asi como vestigios de plantas; se observa en él un lecho calizo de 60 centímetros á 2 metros 75 centímetros de espesor, de estructura celular y parecidos á ciertas calizas lacustrales de Francia y Alemania. Este depósito ha sido seguido en una longitud de 48 quilómetros en línea recta y se pueden distinguir vestigios de él á una distancia todavía mayor. Sus fósiles característicos son, pequeños bivalvos que presentan la forma de *Cyclas* y *Cyrœna*; pequeños entomostráceos que son quizá *Cypris*, ó si son de orígen marino *Cytherœ* (fig. 415); en fin, conchas casi microscópicas de un anélido del género extinguido *Microconchus* (fig. 414) muy análogo al género *Serpula* ó *Spirorbis*.

En las divisiones inferiores del depósito hullífero de Coalbrook Dale, las capas, segun Prestwich, cambian frecuentemente de una manera completa en un corto espacio; lechos de gres pasan en sentido horizontal á la arcilla y la arcilla á un gres. Los lechos de hulla terminan frecuentemente en cuña ó bien repentinamente, y cortes hechos en puntos casi contiguos presentan diferencias litológicas marcadas. Solo en la cuenca de Coalbrook Dale, donde las capas miden de 200 á 250 metros de potencia, se han señalado mas de cuarenta á cincuenta especies de plantas terrestres ademas de un gran número de peces de los géneros *Megalichthys*, *Holoptychius* y otros. Tambien se encuentran en ella Crustáceos del género *Limulus* (figura 416) parecidos en todos sus caracteres esenciales á los limulos del período oolítico y al *Cangrejo Real* de los mares actuales. Estas antiguas especies eran mas pequeñas que las formas análogas que viven actualmente; tenian el abdómen profundamente surcado al través y festoneado por sus bordes. En el ejemplar que representa la figura que hemos citado, falta la cola, pero en otro ejemplar de una especie diferente procedente tambien de Coalbrook Dale, la cola manifiesta semejanza con la de los limulos que existen hoy.

Ick ha descubierto tambien en el hierro carbonatado litoideo de estas capas, el caparazon completo de un crustáceo decápodo de larga cola (fig. 417). Salter, refiere este fósil al *Glyphœa*, género que se encuentra tambien en el Lias y la Oolita. Las capas de la misma cuenca presentan mas de cuarenta especies de moluscos, de los cuales dos ó tres pertenecen al género de agua dulce *Unio*, y los otros á formas marinas, á *Nautilus*, *Orthoceras*, *Spirifer* y *Productus*. Segun Prestwich, la mezcla de lechos de agua dulce y de lechos marinos, asi como la alternacion de gres grosero y de conglomerato con arcillas finas ó esquistos que contienen restos de plantas, pueden explicarse suponiendo que el depósito de Coalbrook Dale habria sido formado en un bahía ó estuario que recibiera un rio considerable sujeto á crecidas.

Se ha señalado igualmente en Coalbrook Dale una ó varias especies de Escorpion, dos insectos alados de la familia de los *Curculionidos*, un insecto neuróptero parecido al género *Corydalis*, y otro que se refiere á los *Phasmidœ*. En las capas hullíferas de Wetting en Westfalia, los alemanes han descubierto algunos ejemplares de articulados pertenecientes á la familia de los Blatas, y las alas de grillo (*Acridites*) que han sido descritas por Germar.

Mas recientemente, Goldemberg, ha publicado la descripcion de mas de doce especies de insectos procedentes del mineral de hierro arcilloso de Saarbruck cerca de Tréveris. Estos insectos acompañaban á frondas de helechos fósiles. Han producido algunos *Blattinœ*, tres especies de *Neuroptera*, un escarabajo del antiguo género *Scarabœus*, un saltamontes (*Gryllacris*) (fig. 418), y varias hormigas blancas ó *Termites*. El número de estas especies recientemente descubiertas es probablemente superior al de todos los insectos fósiles reconocidos hasta entonces en las capas de hulla.

La cuenca hullífera de Edimburgo, y principalmente la localidad de Burdiehouse, han ofrecido al doctor Hibbert peces, moluscos y Cypris, fósiles muy semejantes á los de Shropshire y de Staffordshire. En la cuenca hullífera del condado de York existen tambien capas de agua dulce, de las cuales algunas contienen conchas, que se refieren al género *Unio*; en medio de

la serie, se encuentra un lecho muy delgado, pero muy extensamente desarrollado en superficie, que abunda en peces y en conchas marinas tales como la *Goniatites Listeri* (fig. 419), *Orthoceras* y *Avicula papyracea* (fig. 420).

A pesar de la inmediacion, no se han descubierto capas en conchas marinas semejantes en la cuenca hullífera de Newcastle, donde, como en la Gales del Sur y en el Somersetshire, los depósitos marinos son en un todo inferiores á los que contienen fósiles terrestres y de agua dulce.

Mineral de hierro arcilloso. (*Clay-iron-stone*). Se encuentran comunmente, en el centro de las capas del terreno hullífero, fajas y nódulos de mineral de hierro arcilloso, compuestas, segun Béche, de carbonato de hierro mezclado con una materia terrosa análoga á la que constituyen los esquistos. Para explicar la conformacion de este mineral, Hunt ha demostrado que la descomposicion de la materia vegetal, esparcida en toda la serie de las capas hullíferas, habia debido prevenir la sobre-oxidacion de las protosales de hierro, y convertir el peróxido en protóxido, apoderándose de una porcion de oxígeno de la primera de estas bases para formar el ácido carbónico. Este llegando á encontrar el protóxido de hierro en disolucion, se apodera de él para formar carbonato de hierro; y el todo, mezclándose con el lodo fino despues de la desaparicion del exceso de ácido carbónico, habrá constituido lechos ó nódulos de mineral de hierro arcilloso.

CAPITULO XXV.

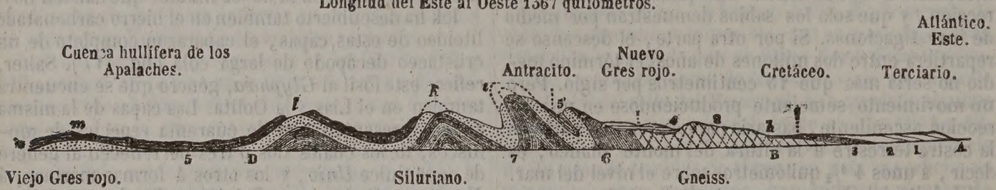
GRUPO CARBONÍFERO (*continuacion*).

Hemos establecido en el último capítulo la gran uniformidad que se manifiesta entre las plantas fósiles del depósito hullífero de Europa y de la América del Norte; añadiremos que las cuatro quintas partes de los vegetales recogidos en la Nueva-Escocia tienen sus idénticos entre las especies de Europa. Se puede, pues, perfectamente admitir la existencia, en la época carbonífera, de un continente ó cadena de islas, que se extenderia al Este de la costa actual del Norte de América, en el sitio cubierto hoy por el Atlántico. No nos faltan pruebas que vengan á confirmar esta hipótesis, y los geólogos adquieren una bien cierta partiendo de la composicion mineral de las rocas carboníferas, y de algunos otros grupos de la pendiente oriental de los Alleghanys, y comparando sus caracteres con los de la comarca baja situada al Oeste de estas montañas.

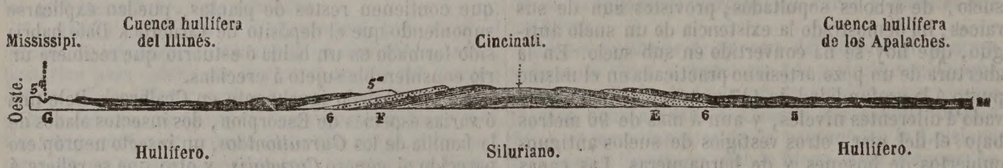
El diagrama adjunto facilitará al lector la inteligencia de los fenómenos de que hablamos; pero es preciso

Diagrama que explica la estructura geológica de una porcion de los Estados-Unidos desde el Atlántico al Mssissipí.

Longitud del Este al Oeste 1367 quilómetros.



El mismo corte (*continuado*).



AB. Llanura hácia el Atlántico.
BC. Vertiente del lado del Atlántico.
CD. Cordillera de los Alleghanys, ó de los Apalaches.
DE. Cuenca hullífera de los Apalaches, al Oeste de estas montañas.
EF. Afloramiento en forma de cúpula, sobre el Ohio, de capas mas antiguas que el terreno hullífero.
FG. Cuenca hullífera del Illinés.
h. Caidas rápidas de rios, en el punto de union de las formaciones hipogenas y de las rocas mas modernas.
i k l m. Dobleces paralelos de los Apalaches que son cada vez menos agudos á medida que se avanza del Este al Oeste.

Designacion de las diferentes formaciones.

1. Terciario mioceno,
2. Terciario eoceno.
3. Capas cretáceas.
4. Gres rojo con orniticnitas habitualmente muy inyectado de trapp.
5. Terreno hullífero.
5.' Terreno hullífero de antracito.
5.'' Caliza carbonífera de la cuenca hullífera del Illinés, que falta en los Apalaches.
6. Viejo gres rojo ó Devoniano, esquistos de color de aceituna, etc.
7. Capas primarias fosilíferas, ó Siluriano.
8. Capas hipogenas, ó gneis, micasquisto, etc., con venas de granito.

Nota. Las líneas puntuadas en *i* y *k* reprentan las porciones de roca arrebatadas por la desnudacion, y cuya cantidad puede calcularse por la suposicion de las líneas semejantes tiradas sobre otros puntos en que las diferentes capas se terminan bruscamente en la superficie.

Otra. El corte inferior continúa por su extremidad marcada ** á la extremidad marcada * en el corte superior.

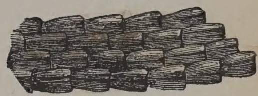
tener en cuenta que no es un corte verdadero. Un gran número de detalles han debido ser omitidos y la escala de las alturas no es proporcional á la de las distancias horizontales; por lo demás no podia ser de otra manera.

Partiendo de las orillas del Atlántico, al lado oriental del continente, se encuentra en primer lugar una region baja (AB) que los antiguos geógrafos han llamado llanura de aluvion. Está formado de capas terciarias y cretáceas casi horizontales, que hemos des-

421



426



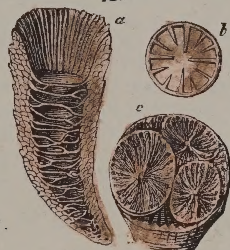
422



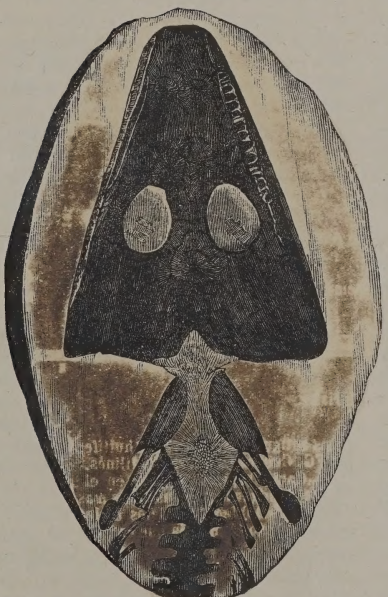
420



429



425



424



420. *Avicula papyracea.*—421 y 422. Véase la pág. 430.—424. *Holoptychius Hibberti*; diente del tamaño natural. Cuenca hullífera de Fifeshire.—425. *Archegosaurus minor*, Goldfuss. Reptil fósil del terreno hullífero de Saarbruck.—426 Envoltura imbricada de la piel del *Archegosaurus medius*; aumentada.—429. Tipo paleozóico de coral cupuliforme. Orden *Zoantharia rugosa*; *a.* Seccion vertical del *Campophyllum flexuosum*; mitad del tamaño natural. Del Devoniano del Eifel; *b.* Disposicion de las láminas en el *Policœlia profunda*; tamaño natural. De la caliza magnesiana de Durham; *c. Stauria astrææformis*, grupo jóven de tamaño natural Siluriano superior de Gothland.

crito en otro lugar. La zona que sigue de B á C, consiste en rocas graníticas (hipógenas) pricinpalmente gneiss y micasquistos, á veces cubiertos de un gres rojo en estratificacion discordante, indicado aquí con el número 4, (Nuevo Gres Rojo ó Trias); este gres es notable por las impresiones de pasos de animales que contiene; algunas veces reposa sobre trozos de rocas paleozóicas dislocadas, como se ve en el corte. La region B C, que algunas veces se ha llamado la *Vertiente Atlántica*, corresponde poco mas ó menos en su anchura media á la llanura baja y plana AB, y está caracterizada por colinas que contrastan mucho, en cuanto á su forma redondeada y á su poca altura con las crestas largas, escarpadas, elevadas y paralelas de los Alleghanys. Los afloramientos de las capas sobre estas crestas, lo mismo que las dos zonas de rocas hipógenas, las unas BC, y las otras mas recientes AB, manifiestan, cuando se proyectan en una carta geológica, largas fajas de diferentes colores que corren en una direccion N. E. y S. O., todo como el Lias, la Creta y otras formaciones secundarias en la region media y la mitad oriental de Inglaterra.

Las zonas estrechas y paralelas de los Apalaches consisten aquí en capas plegadas que indican una sucesion de lechos convexos y cóncavos que han sido posteriormente puestos á descubierto por la desnudacion. Las rocas componentes tienen un gran espesor, y pueden todas referirse á las formaciones siluriana, devoniana y carbonífera. No se encuentra aquí eje principal ó central como en los Pirineos y otras varias cordilleras, es decir, núcleo al cual se adapten los relieves mas pequeños; pero la cordillera se compone de muchos dobleces casi iguales y paralelos, que presentan lo que se llama una disposicion anticlinal y sinclinal. Este sistema de colinas se prolonga con el mismo carácter geológico desde Vermont hasta Alabama, en mas de 160 quilómetros de longitud, 80 á 240 quilómetros de anchura, y una altura que varía de 700 á 2,000 metros. A veces el conjunto de las crestas corre siguiendo una línea perfectamente recta en un espacio de mas de 80 quilómetros, y en seguida se vuelven todas tomando una nueva direccion que forma un ángulo de 20 ó 30° con la primera.

Se debe á dos geólogos de los Estados de Virginia y Pensilvania un importante descubrimiento relativo á la ley general de estructura que domina al través de esta cordillera montañosa, ley que, por simple que parezca cuando se cita ó se explica claramente, puede sin embargo haberse ocultado mucho tiempo en medio de tantos detalles complicados. Parece que el doblez y la fractura de las capas son mas considerables en la costa S. E. ó Atlántica de la cordillera, y que estas capas presentan señales cada vez menos distintas de dislocacion á medida que se avanza hácia el Oeste, hasta que por fin recobran su posicion original ú horizontal. Si se fija la atencion en el corte citado, se verá que en la costa oriental ó en las crestas mas cercanas del Atlántico, las inclinaciones al S. E. dominan habiendo sido doblados los lechos hácia una direccion opuesta como en *i*, é invertidos uno de los lados Noroeste de cada arco. El grupo de curvatura que sigue, es decir, el de *k*, presenta una abertura mas marcada y cada curvatura tiene su lado occidental mas pendiente; el grupo *l* está aun mas abierto, el otro, *m*, lo está mucho mas á su vez, y este continúa hasta la parte baja y plana de la cuenca hullífera del Apalache (DE).

En un corte verdadero, es decir, que reprodujera la naturaleza, seria tan grande el número de curvaturas ó dobleces paralelos, que no se podrian representar sin confusion. Es claro que grandes cantidades de rocas han sido arrebatadas por la accion acuosa ó desnudacion como puede comprenderse completando todas las curvaturas segun las líneas de puntos *ik* que se ven en la figura.

Los movimientos que han impreso un carácter tan uniforme á la estructura de este vasto sistema de rocas, deben haber sido, sino contemporáneos, por lo menos no interrumpidos en la misma serie y producidos por alguna causa comun. En ciertos límites, su fecha geológica se halla perfectamente establecida; han debido empezar despues del depósito de las capas carboníferas (núm. 5), y antes de la formacion del Gres Rojo. Una fuerza mayor de dislocacion y de desnudacion ha obrado ciertamente sobre la costa S. E. de la cordillera, y entonces es cuando las rocas ígneas ó plutónicas han penetrado en las capas formando diques, algunos de los cuales corren unos cuantos quilómetros, paralelamente á la direccion principal de los Apalaches, es decir; N. N. E. y S. S. O.

El espesor de las rocas carboníferas, en la region C., es considerable; disminuye rápidamenae hácia el Oeste. Las relaciones que se han hecho sobre la geologia de los Estados de Pensilvania y de Virginia, manifiestan que el S. E. de esta region ha sido el punto de donde han procedido las materias mas groseras de estas capas, de tal manera que el antiguo continente debia estar situado en esta direccion. El conglomerato que forma la base general del depósito hullífero mide un espesor de 460 metros en el monte Sharp, donde Lyell le ha visto (en C) cerca de Pottsville; á 48 quilómetros próximamente al N. O., no presenta mas que un espesor de 150 metros, y disminuye gradualmente á medida que se avanza en esta misma direccion, hasta que se le encuentra reducido á 9 metros escasos. Por otra parte, las calizas del terreno hullífero aumentan gradualmente hácia el Oeste. Se ha observado el mismo hecho en las formaciones siluriana y devoniana de Nueva-York; los gres, asi como todas las rocas de formacion mecánica se adelgazan á medida que avanzan hácia el Oeste, y las calizas aumentan de espesor á sus expensas. Es claro que el antiguo continente ocupaba al Este el sitio mismo que llena hoy el Atlántico; el mar profundo, con sus bancos de corales y de conchas, se extendia al Oeste sobre el espacio donde se encuentra hoy dia la cuenca hidrográfica del Missisipi.

Cerca de Pottsville es donde la potencia del terreno hullífero es mayor; se cuentan allá mas de trece capas de hulla antracitosa, algunas de las cuales miden mas de 1 metro y 80 centímetros de espesor. Entre las inferiores, las hay que alternan con lechos de gres blanco y de conglomerato, cuyos granos son los mas gruesos que jamás se han observado; estos lechos estan asociadas á la hulla pura. Las piedras cuarzosas comprimidas en la roca son frecuentemente del tamaño de un huevo de gallina. Lyell afirma que ha seguido estas especies de Pudingas y gres groseros en algunos quilómetros partiendo de Pottsville, pasando por Tamacua, hasta Lehigh Summit Mine. Rogers que le acompañaba le ha hecho observar que las capas de granos gruesos y los esquistos que les estan asociados se adelgazan hasta el punto de que siete lechos de hulla, en un principio muy separados unos de otros, se aproximan gradualmente y concluyen por reunirse para no formar mas que una sola masa de 12 á 15 metros de potencia. Vieron este enorme banco de hulla antracitosa explotado á cielo abierto en Mauch Chunk; el gres que le cubria con un espesor de doce metros habia sido arrancado del vértice de la colina.

La acumulacion de materia vegetal que constituye hoy este extenso banco de antracito tenia quizá de 60 á 90 metros de espesor antes que hubiese sido condensada por la presion y por la extraccion de su hidrógeno, de su oxígeno y de sus otros elementos volátiles. El orígen de semejante masa de restos vegetales tan pura de ingredientes terrosos no puede, segun Lyell, explicarse sino por el desarrollo con-

tinuo, durante millares de años, de árboles y de helechos. Lo que viene sobre todo en apoyo de esta teoría, es la presencia, bajo cada una de las fajas de antracito de estigmarias, ocupando aun el sitio en que crecieron. La hipótesis opuesta, que consiste en suponer un transporte de plantas al mar ó á un estuario, de ningun modo da cuenta de la ausencia de sedimento, ni en el caso particular de que se trata, de la falta de arena y de cantos.

¿Cómo es que capas de hulla tan numerosas, y que fueron continuas en quilómetros enteros, se hayan aproximado despues y hayan concluido por reunirse en una sola, de un espesor igual á todas las demás? Esta es una pregunta que se han dirigido muchas veces los mineros ingleses. Bowman les ha dado una respuesta satisfactoria. Sea *a a′* (fig. 421) una masa de materias vegetales capaz de formar por la condensacion una capa de 90 centímetros de hulla. Admitamos que esta masa reposa sobre una arcilla *b b′* penetrada de raices de árboles en pié, y que sostiene un bosque en via de crecimiento C D; supongamos despues que una porcion del mismo bosque D E llega á ser sumergida por un descenso ó una profundidad de siete metros, de manera que los árboles se hunden quedando sin embargo de pié en el agua, y deben sufrir posteriormente una descomposicion lenta mientras que las cepas y la parte inferior de los troncos seran envueltos en los lechos de arena y de limo que llenaran gradualmente el lago D F. Cuando este lago haya sido completamente llenado y convertido en tierra seca, por ejemplo, despues del transcurso de un siglo, el bosque C D se desarrollará de nuevo en toda la superficie C F (fig. 422), y otra masa de materias vegetales *g g′* podrá acumularse de C á F para formar otro espesor de 90 centímetros de hulla. Se encontraran entonces en la region F dos niveles de combustible *a g′*, cada uno de 90 centímetros de espesor, y separados por 7 metros y 50 centímetros de gres y de esquisto, con árboles en posicion vertical reposando sobre la hulla inferior, mientras que entre D C estos dos niveles se habran reunido en uno solo, de 1 metro y 80 centímetros de espesor. Pero, se dirá, no habiéndose interrumpido el desarrollo de la vegetacion en mas de un siglo, la materia vegetal deberá ser mas gruesa en la region C D que las dos fajas unidas *a g′* hácia F; efectivamente, sin duda se observará entre estos dos espesores cierta diferencia debida á la generacion de mas que cuenta uno de ellos, y esta diferencia podrá elevarse hasta 12 ó quizá 25 milímetros, pero no será suficiente para impedir al minero afirmar que la capa *ag*, en su seccion perpendicular á C D, es igual á las dos fajas *a g′* en F.

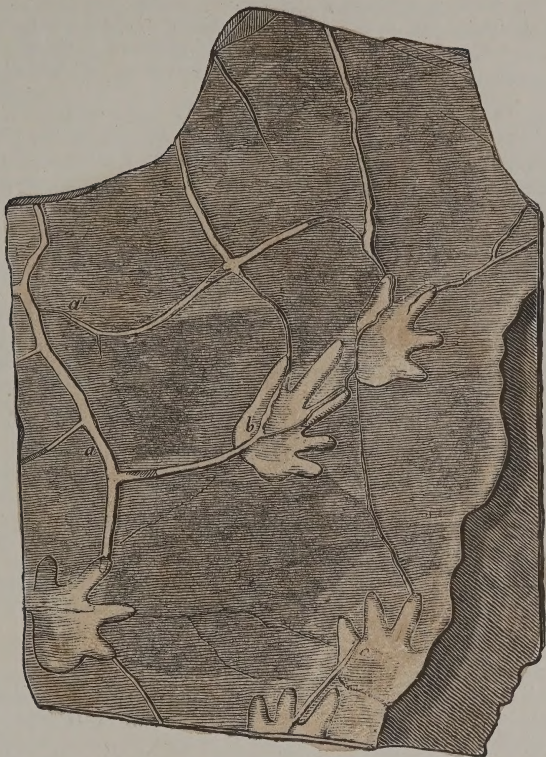
El lector ha visto, segun el corte del diagrama anteriormente descrito, que las capas de la cuenca hullífera de los Apalaches tomaban al Oeste de estas montañas, una direccion horizontal. Estan cortadas por tres grandes rios navegables, el Monongahela, el Alleghany y el Ohio; todos tres presentan en sus orillas afloramientos de hulla. En el primero, junto á Brownsville, se descubre una vista magnífica de la principal capa de hulla bituminosa, la cual, de tres metros de espesor, es llamada Capa de Pittsburg, y se presenta en un escarpado casi á flor de agua. Su diseño tomado desde el puente situado sobre el rio, está representado en la fig. 423. El combustible está cubierto de un esquisto carbonoso *b*, sobre el cual existe un gres micáceo *c*. Se han abierto, con muy poco gasto galerías horizontales, de donde las aguas corren por sí mismas, y en las cuales, los carretones cargados de hulla y enganchados uno á otro, se deslizan naturalmente, siguiendo la pendiente de un carril, para ir á descargar su peso en barcas amarradas á la orilla. La misma capa se encuentra en la ribera derecha en *a*, y se la puede seguir sin interrupcion hasta Pittsburg, á mas de 80 quilómetros. Como es casi horizontal, mientras que el rio desciende, su nivel relativo se eleva mas y mas sobre el del Monongahela, sin presentar no obstante inconvenientes para la explotacion debajo de la gran capa de hulla de Brownsville, hay huna arcilla de 45 centímetros de espesor, sobrepuesta á algunas capas de caliza que cubren nuevas hiladas de ulla. En el diseño se ha indicado tambien en *d d* otra capa pequeña explotable que se manifiesta sobre la pendiente de las colinas á una altura mas considerable. Allí, cada propietario puede abrir un pozo de hulla en su dominio, y la estratificacion es tan regular, que le es siempre fácil calcular con precision la profundidad á que encontará el combustible.

La cuenca hullífera de los Apalaches, de que forman parte estas capas, es notable por su extensa superficie; segun Rogers se prolongaria sin interrupcion de Noroeste á Sudoeste, en una longitud de mas de 1100 quilómetros, por una latitud máxima de 280 quilómetros. No es exagerar el elevar esta extension en superficie á 170,000 quilómetros cuadrados.

Antes que sus límites primeros fuesen reducidos por la desnudacion, esta formacion hullífera ha medido mas de 1500 quilómetros de longitud, y en algunos puntos, mas de 320 quilómetros de anchura. El corte (véase el diagrama), demuestra que las capas de hulla son horizontales hácia el Oeste de las montañas de la region D E, mientras que se inclinan mas y mas y se doblan avanzando hácia el Este. Ahora bien, se observa invariablemente que la ulla se vuelve cada vez menos bituminosa á medida que avanza por el Sudoeste hácia las rocas mas torcidas y mas dislocadas. Por ejemplo, sobre el Ohio, la proporcion de hidrógeno, de oxígeno y de otras materias volátiles, se eleva á 40 y 50 por 100; al Este de esta línea, sobre el Monongahela, y particularmente en los puntos en que aparecen algunas ligeras flexiones, se encuentran todavía poco mas ó menos 40 por 100 de estas mismas materias. Cuando se penetra en los montes Alleghanys donde empiezan á manifestarse ejes anticlinales distintos, antes sin embargo de que las dislocaciones sean considerables, la proporcion en materias volátiles es generalmente de 16 á 20 por 100. Finalmente, cuando se llega á ciertas cuencas hullíferas, aisladas, asociadas á las flexiones mas notables de la cordillera de los Apalaches, y donde las capas se hallan hoy invertidas, por ejemplo, en las cercanías de Pottsville, la hulla no contiene mas que de 6 á 12 por 100 de betun; se convierte en un verdadero antracito.

Segun Liebig y otros químicos eminentes, cuando el leño y la materia vegetal se hallan enterrados en la tierra expuestos á la humedad, y sustraidos en parte ó en todo á la accion del aire, se descomponen lentamente y desprenden el ácido carbónico que se forma á expensas de una porcion de su oxígeno. Así se convierten gradualmente en lignito (hulla de leño), impregnado de una proporcion mayor de hidrógeno que el leño mismo. Continuando la descomposicion, el lignito pasa al estado de hulla ordinaria ó bituminosa, principalmente para el deprendimiento del hidrógeno carbonado. Segun Bischoff, los gases inflamables que se desprenden de la hulla, y ocasionan con frecuencia en las minas fatales accidentes, contienen siempre ácido carbónico, hidrógeno carbonado, ázoe y ácido hiponítrico. Por el desprendimiento de todos estos gases, la hulla comun ó bituminosa se transforma gradualmente en antracito; entonces recibe los diferentes nombres de hulla astillosa, hulla chispeante, hulla dura, etc. La relacion íntima que existe en la cuenca hullífera de los Apalaches, entre el desprendimiento del contenido gaseoso de la hulla y las dislocaciones que las capas han sufrido, puede atribuirse en parte á la facilidad mayor que han encontrado las materias

427



423



423. Vista de la gran capa de hulla sobre el Monongahela en Brownsville, estado de Pensilvania en los Estados-Unidos; *a.* Capa de hulla de tres metros; *b.* Esquisto negro bituminoso ó carbonoso, de tres metros; *c.* Gres micáceo; *d, d.* Capa superior de $1^{m},80$.—427. Placa de gres del terreno hullífero de Pensilvania, con impresiones de pasos de un reptil de respiracion aérea, y moldes en relieve de grietas; $^{1}/_{16}$ del tamaño original.

volátiles para escaparse desde que el fraccionamiento de las rocas produjo un número infinito de hendiduras y grietas, y en parte al calor de los gases y del agua que penetraron en estas hendiduras, durante los grandes movimientos que encorvaron ó doblaron las capas de los Apalaches. En el período actual salen de la tierra aguas termales y vapores calientes durante los terremotos; agitaciones análogas han debido determinar el desprendimiento de la materia volátil de las rocas carboníferas.

Continuidad de las capas de hulla. Pudiendo una capa de hulla ser continua en una larguísima extension, se ha preguntado cómo ha habido bosques que hayan podido crecer sin interrupcion en tan gran superficie. Responderemos que un bosque puede muchas veces desarrollarse en un delta ocupando un espacio de 50, 100 y aun 200 quilómetros, al paso que en un delta contiguo, por ejemplo en las orillas del golfo de Méjico, se eleva otro bosque que ofrece precisamente los mismos caracteres; por efecto de las edades, estos dos bosques parecerá quizá á los geólogos que han sido continuos, aunque en realidad hayan sido simplemente contemporáneos. Nada impide que en este caso se atribuyan á la desnudacion interrupciones que en realidad han existido desde el orígen. Pero como en todas las cuencas hullíferas de América, se observan numerosos lechos de raices cuya porcion superior no presenta hulla, se puede presumir que fajas enteras de materias vegetales han sido arrebatadas por las olas. La intervencion de una accion desnudante parcial se hace mas manifiesta cuando se ven las arcillas de Estigmarieas cubiertas de ulla en ciertos puntos, y en otros, desprovistas de esta cubierta.

En el bosque de Dean, se observan antiguos lechos de rios que atraviesan capas de hulla, y contienen piedras redondeadas de este combustible. Son mas antiguos que las capas hullíferas no dislocadas que estan sobrepuestas. Budle afirma que fenómenos semejantes se presentan en la cuenca hullífera de Newcastle. Sin embargo, estos ejemplos de lechos de rios son mucho mas raros de lo que se podria pensar, especialmente si se recuerda la existencia frecuente de las raices de árboles (*Stigmaria*) transportadas en fragmentos rotos en los gres y guijo. Un movimiento de descenso ha sido sin duda la causa principal que ha sustraido capas de hulla tan extensas á la accion de las aguas fluviales.

Clima del período ullífero. Mientras que los botánicos han considerado que la flora carbonífera suponia necesariamente un clima tropical, los geólogos se han visto muy confusos para conciliar la conservacion de la materia vegetal con la existencia de una temperatura tan elevada; en efecto, el calor acelera la descomposicion de las hojas caidas y de los troncos de árboles puestos al aire ó sumergidos; asi es como la turba tan abundante en los estanques de las latitudes elevadas, desaparece en los pantanos de las regiones cálidas. Hay una oposicion que parece acreditarse cada vez mas, y es la de que las plantas de la hulla no indican todas un clima semejante al de la zona ecuatorial actual. Los helechos arborescentes se encuentran al Sur hasta la parte meridional de la Nueva Zelanda, y las Araucarias crecen en la isla de Norffolk y aun mas lejos al Sur en Chile. El predominio de los Helechos y Licopodios en una comarca indica menos un calor intenso que un clima húmedo, una temperatura igual y la ausencia de heladas. Conocemos muy poco las Sigilarieas, las Calamitas, las Asterofillitas y otras formas especiales del período carbonífero, para razonar sin temor de errar sobre la naturaleza del clima que les ha sido propio.

Se puede decir otro tanto de los corales y de los cefalópodos de la Caliza de Montaña; pertenecen á familias cuyas costumbres climatéricas nos son totalmente desconocidas; y aun, suponiendo que una temperatura caliente hubiese caracterizado los mares septentrionales durante la era carbonífera, la ausencia de frio habria bastado (como se ve aun hoy dia en los mares de las Bermudas, bajo la influencia del Gulf-Stream) para permitir á los políperos calizos desarrollarse en una extension geográfica muy vasta.

REPTILES CARBONÍFEROS.

Cuando se ve, en una sola cuenca hullífera como la de Nueva-Escocia ó de la Gales del Sur, mas de cien bosques antiguos sepultados uno encima de otro, y cuyas raices estan aun en su posicion primitiva y los troncos dirigidos verticalmente, no es lícito admirarse, que, hasta 1844, no se hayan descubierto en estas rocas antiguos restos de animales de respiracion aérea. En esta época no se habian reconocido animales vertebrados mas elevados en organizacion que los peces; los mamíferos, las aves, los saurios, batracios, tortugas y serpientes, faltaban totalmente. Se han citado, en las cuencas hullíferas de Europa, escarabajos, saltamontes, y algunos otros insectos, pero ninguna concha terrestre. Agassiz ha descrito mas de ciento cincuenta especies de Ictiolitas del terreno hullífero; noventa y cuatro de estas especies pertenecen á las familias de los Tiburones y las Rayas, y cincuenta y ocho á la clase de los Ganoideos. Algunos de los géneros distan mucho por su organizacion de los tipos vivientes; tales son los que forman parte del grupo que Agassiz ha designado con el nombre de familia de los *Sauroideos*, como el *Megalichthys*, el *Holoptychius* y otros peces de los cuales algunos medían enormes dimensiones, y que todos eran carniceros. Su osteologia, segun dice el mismo autor, recuerda la de los reptiles saurios, particularmente por las suturas estrechas de los huesos del cráneo, los gruesos dientes cónicos estriados longitudinalmente (figura 424), las articulaciones de las apofisis espinosas con las vértebras, y otros caracteres. Sin embargo, no forman una familia intermedia entre los peces y los reptiles; estos son verdaderos *peces*, pero mucho mas elevados en organizacion que los que viven actualmente.

La fig. 424 representa un diente grueso de *Holoptychius*, que Horner ha encontrado en el Cannel-Coal del Fifeshire. Este pez, como un gran número de sus contemporáneos, frecuentaba probablemente los estuarios, y por consiguiente, á un mismo tiempo los rios y el mar.

En 1844, Hermann Meyer anunció por primera vez el descubrimiento de un esqueleto de verdadero reptil en la hulla de Munster-Appel, en la Baviera Rhiniana; le designaba con el nombre de *Apateon pedestris*, suponiendo que el animal tenia grande afinidad con las Salamandras. Tres años mas tarde, Von de Chen encontró en la cuenca hullífera de Saarbruck, en la aldea de Lebach, entre Strasburgo y Tréveris, los esqueletos de tres especies distintas de reptiles de respiracion aérea, y estas especies fueron descritas por Goldfuss con el nombre genérico de *Archegosaurus*. Los Ictiolitos y las plantas que se han encontrado en las mismas capas, no permiten dudar que estos reptiles pertenecian verdaderamente al período hullífero. Estos animales han dejado como despojo, en el centro de concreciones esferoidales de hierro carbonatado litoideo, cráneo, dientes, la mayor parte de su esqueleto, y aun algunas porciones de su piel perfectamente conservadas. El mayor de ellos, el *Archegosaurus Decheni*, debia tener mas de 1 metro de largo. El dibujo de la fig. 425 representa en su tamaño natural el cráneo, los huesos del cuello de la especie mas pequeña de las tres. Goldfuss consideró estos reptiles como Saurios; pero Meyer los considera como mucho mas próximos al género *Labyrinthodon*

y por consiguiente como una especie de intermedio entre los batracios y los saurios. Si se ha de juzgar por lo que queda de las extremidades, estos animales fueron ciertamente cuadrúpedos, provistos como añade Meyer, de manos y piés que terminaban en dedos distintos; pero estos miembros eran débiles y no les servian mas que para nadar ó arrastrarse. El mismo anatómico hace notar ciertos puntos de analogía que existen entre sus huesos y los del *Proteus anginnus*. Owen ha observado tambien que se parecian al Proteo por lo corto de sus costillas. Dos ejemplares de estos antiguos reptiles conservaban aun en gran parte, la envoltura exterior que consistia en escamas córneas, largas, estrechas, adelgazadas hácia los bordes y dispuestas en líneas imbricadas (fig. 426).

Impresiones de pasos de Cheirotherium en el terreno hullífero de los Estados-Unidos. En 1844, el año mismo en que se hizo el primer descubrimiento del Apateon ó Salamandra del terreno hullífero, el doctor King publicó una nota sobre impresiones de pasos de un gran reptil que habia observado en la América del Norte. Estas impresiones se encuentran en el seno de las capas hulliferas de Greensburg, en el condado de Westmoreland, Estado de Pensilvania; Lyell asegura que los examinó en 1846 y encontró exacta su descripcion. Las primeras huellas reconocidas se proyectaban en relieve en la superficie superior de placas de gres que reposaban sobre lechos delgados de arcilla fina y untuosa. En la fig. 427, que representa una de estas placas, se observan entre las impresiones de pasos, modelos en relieve de grietas *a a'* de diferentes diámetros. Ya hemos explicado el orígen de esta clase de soluciones de continuidad en la arcilla y la formacion de los modelos en relieve que de ellas han resultado; se han atribuido á la desecacion y resquebrajamiento del limo por la contraccion, y á la introduccion subsiguiente de la arena en las hendiduras. Se ve aquí que algunas de estas grietas, las de *b c* por ejemplo, atraviesan huellas de pasos y producen en ellas una especie de torsion, fenómeno fácil de explicar por el estado de blandura del limo cuando el animal ha posado; ahora bien; si en tal momento el limo hubiera estado ya seco y hendido, hubiera tenido demasiada consistencia para recibir impresion alguna.

King ha contado en una misma cantera mas de veinte y tres huellas (fig. 428), cuya disposicion indicaba que habian sido hechas sucesivamente por un mismo animal. En todas partes se encontraba una doble línea de pasos, componiéndose cada línea de pares formados por el pié trasero y delantero quedando igualmente distantes de los pares inmediatos. En cada par paralelo, el pulgar se presentaba alternativamente á derecha é izquierda. En el *Chirotherium* citado en otro lugar, el pié posterior y el anterior tenian cada uno cinco dedos, y el tamaño del posterior igualaba á cinco veces el del anterior. En el fósil de América, la impresion posterior no es ni el doble de la anterior y el número de los dedos es desigual; los piés posteriores tienen cinco y los anteriores cuatro. Lo mismo que la del *Cheirotherium* de Europa, la impresion fósil de América presenta uno de los dedos dirigido como un pulgar y vuelto alternativamente hácia la derecha la línea de la izquierda, y hácia la izquierda la línea de la derecha. El *Cheirotherium* americano era indudablemente un animal mayor que el de la época triásica en Europa, y pertenecia á un género diferente.

Se puede presumir que el reptil cuyos pasos estan impresos en las antiguas arenas del terreno hullífero, era un animal de respiracion aérea, porque si hubiera vivido bajo las aguas, su peso no hubiera sido suficiente para imprimir huellas tan profundas y tan distintas. Los modelos en relieve de las grietas, demuestran por otra parte, que para secarse y abrirse la arcilla ha debido hallarse expuesta al aire y al sol.

La posicion geológica del gres de Greensburg, se halla perfectamente determinada; este gres se encuentra en medio de la cuenca hullífera de los Apalaches; sostiene la capa de hulla, llamada Capa de Pittsburg, de que hemos hablado anteriormente; esta capa no tiene menos de 2 metros y 75 centímetros de potencia y se explota en las cercanías. Otros varios lechos de hulla existen tambien á niveles inferiores. Encima y debajo del nivel de las huellas de pasos de reptiles, se encuentran impresiones de *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Stigmaria* y otras plantas carboníferas características.

Isaac Lea, ha descubierto posteriormente en Pottsville á 112 kilómetros Noroeste de Filadelfia, huellas de un reptil grande que pertenecian á una época mucho mas antigua; se hallaban en una formacion de esquisto rojo que Rogers refiere á la base de la hulla, pero que otros geólogos consideran como la porcion superior del Antiguo Gres Rojo. Entre las capas de impresiones de Greensburg, y las mas antiguas de Posttville, existe un espesor de mas de 520 metros.

En el mismo Esquisto Rojo que se encuentra entre el grupo carbonífero y el grupo devoniano, ha indicado Rogers otros pasos que ha referido á otras especies de cuadrúpedos. Estos vestigios presentan cada uno cinco dedos; forman dobles filas y muestran una perfecta simetría de oposicion, como si hubieran sido producidos alternativamente por el pié derecho y el izquierdo; tambien indican una alteracion del pié delantero y el trasero. Cada impresion de la mayor de las tres especies, cubre un diámetro de cerca de 50 milímetros, lo que prueba que el pié delantero y el trasero tenian con corta diferencia las mismas dimensiones. La longitud del peso era de unos 20 centímetros, y la separacion entre el pié derecho y el izquierdo de cerca de 10. La huella del pié de atrás llega muy cerca de la del de adelante. El animal parece haber sido inmediato á los Saurios mas bien que á los Batracios ó Quelonios. Entre los ejemplares, se observaban varias de esas grietas de contraccion que produce el calor del sol sobre el limo, y al mismo tiempo señales de gotas de lluvia con indicaciones de haber corrido aguas sobre un fango húmedo; circunstancias todas propias para confirmar la opinion de que las impresiones habian sido producidas por animales de respiracion aérea.

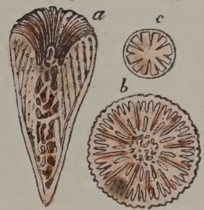
En 1852, Dawson y Lyell descubrieron los primeros restos huesosos en el terreno hullífero de América; estaban encerrados en el interior de una de esas Sigilarieas en posicion vertical, que son tan frecuentes en la Nueva-Escocia. El árbol tenia unos 60 centrímetros de diámetro, y se componia, como de ordinario, de un cilindro exterior de corteza convertida en hulla, y de un eje interior de gres negro, ó mas bien de una mezcla solidificada de limo, de arena y de fragmentos de leño, todo coloreado por la materia carbonosa. Los fragmentos reducidos al estado carbonoso, parecian haber caido al fondo del árbol que habia quedado hueco por la descomposicion. En esta especie de ganga se encontraron diseminadas la cabeza, las mandíbulas y las vértebras de un reptil, que debia haber tenido unos 75 centímetros de largo (*Dendrerpeton Acadianum*, Owen). La misma ganga ha presentado una concha (*Pupa*), el primer molusco pulmonado que se ha indicado en la hulla. Segun el doctor Wyman, de Boston, el reptil era por su estructura muy próximo al *Menobranchus* y al *Menopoma*, especies de batracios que habitan en nuestros dias los rios de la América del Norte. Owen ha confirmado esta opinion, y ademas ha indicado la semejanza de las placas cranianas con las de la cabeza del *Archegosaurus* y *Labyrinthodon*. En cuanto á la manera cómo el animal ha sido introducido en el hueco del árbol, es difícil decidir si ha penetrado en la época en que el vér-

Geología

428



430



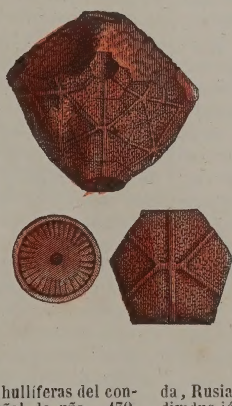
431



433



434



432



428. Huellas fósiles de un reptil en las capas hulliferas del condado de Westmoreland, en Pensilvania; *a*. Señal de uña.—430. Tipo *neozoico* de Coral lamelífero cupuliforme. Orden *Zoantharia aporosa*; *a*. *Parasmilia centralis*; corte vertical de tamaño natural. Creta superior de Gravesend; *b*. *Cyathina Bowerbankii*; corte transversal ensanchado; *c*. *Fungia patellaris*; reciente, muy jóven.—431. *Lithostrotion basaltiforme* ó *Astræa basaltiformis* de Irlanda, Rusia y Estados-Unidos.—432. *Lonsdaleia floriformis*; *a*. Individuo jóven; *b*. Porcion de una masa compuesta en pleno estado de desarrollo.—433 *Cyathocrinites planus*; cuerpo y brazos. Caliza de montaña.—434. *Cyathocrinus caryocrinoides*; *a*. Cara de una articulacion del tronco; *b*. Cuenca del cuerpo llamada tambien cáliz ó copa; *c*. Una placa de la cuenca.

tice del árbol estaba todavía abierto, ó bien si ha sido arrastrado por el limo por una inundacion.

Huellas de pasos de dos reptiles de desigual tamaño habian sido observadas ya por los doctores. Harding y Gesner en placas onduladas del depósito hullífero inferior de la Nueva Escocia; evidentemente habian sido producidos por cuadrúpedos que andaban sobre una antigua ribera ó fuera del agua; eran exactamente iguales á las que deja la *Menopoma* actual. En 1853, Owen ha dado á conocer el primer descubrimiento de reptiles fósiles en el terreno hullífero de Inglaterra; al año siguiente ha descrito un *Batracio sauroideo* de la familia de los *Labyrinthodons* que Dawson habia extraido del depósito de hulla de Pictow en la Nueva Escocia; así, en menos de diez años (de 1844 á 1854), se han reconocido los esqueletos ó los huesos de mas de siete reptiles carboníferos pertenecientes á cinco géneros diferentes, y esto independientemente de las numerosas impresiones de pasos de reptiles, algunas de las cuales son evidentemente demasiado anchas para haber pertenecido á las especies cuyos restos se han encontrado.

RAREZA DE LOS VERTEBRADOS É INVERTEBRADOS DE RESPIRACION AÉREA EN EL TERRENO HULLÍFERO.

Hasta 1844, los geólogos estaban de acuerdo en admitir que, en el terreno hullífero y en todas las rocas anteriores al Permiano, no existian animales vertebrados mas elevados en organizacion que los peces. Hoy mismo, no se han hecho mas que débiles progresos en el conocimiento de la fauna terrestre de la época hullífera; porque todos los reptiles de que se trata, parecen haber sido anfibios. En las deducciones y razonamientos paleontológicos, las pruebas negativas deben tener un valor real, pero este valor nos es hasta el presente, absolutamente imposible de determinar, de manera que se pueda hacer uso de él. En los Estados-Unidos se extraen anualmente del terreno hullífero 5 millones de toneladas de combustible, y sin embargo, no se ha descubierto aun ningun insecto fósil en las rocas carboníferas. ¿Debemos deducir de esto que durante el período hullífero los insectos faltaron completamente en los bosques del antiguo mundo? ¿Del mismo modo, porque ninguna concha terrestre; *Helix*, *Bulimus*, *Pupa* ó *Clausilia*, porque ningun molusco pulmonado acuático, ya sea *Lymnœa*, ya *Planorbis* haya sido encontrado en el terreno hullífero de Europa, tenemos razon para decir que las conchas terrestres no han empezado á vivir en las latitudes europeas, sino despues del período carbonífero?

La teoría del desarrollo progresivo daria fácilmente cuenta de la ausencia de los Quelonios y de los Saurios, ó de las Aves y Mamíferos, en el terreno hullífero, porque se supone, que en la época en que este terreno se ha formado, las condiciones del planeta no eran aun propicias al desarrollo de las criaturas de organizacion mas elevada que la de los Batracios. Pero esta teoría deja completamente sin explicacion la rareza de los invertebrados en esta época, ó la ausencia total de algunas de sus clases mas importantes. Es preciso no perder de vista que los diez y seis ó veinte individuos de insectos ó de conchas terrestres señalados hasta la presente en el terreno hullífero (y la mayor parte de fecha muy reciente) exceden apenas en un doble al número de los reptiles carboníferos cuya existencia ha sido demostrada en los diez últimos años, segun los huesos é impresiones de pasos. Y sin embargo, para estudiar las capas hullíferas y el antiguo suelo en cuyo contacto se formaron, ¿no nos encontramos en condiciones mucho mas favorables que cuando se trata de cualquiera otra formacion primaria secundaria ó terciaria?

Se han registrado centenares de suelos llenos de raices fósiles, se han puesto en descubierto millares de troncos verticales y de cepas leñosas que yacen aun en su posicion primitiva; se ha extraido por millones de metros cúbicos un combustible que conserva aun su estructura vegetal; y despues de todo, nos hallamos casi tan poco ilustrados respecto á los animales de respiracion aérea de este período, como si la hulla que se ha extraido hubiese salido de las profundidades del Océano. La edad del planeta, ó sus condiciones no favorables á la existencia de los seres no organizados no bastarian para dar la explicacion del enigma; porque no ignoramos, que, durante la época misma en que la tierra sostenia una gran vegetacion, los mares contemporáneos alimentaban millares de seres animados: Articulados, Moluscos, Radiarios y Peces. Debemos pues esforzarnos en recoger mayor número de hechos, si deseamos resolver un problema que en el estado actual de la ciencia solo puede excitar nuestra admiracion; no perdamos pues de vista que los elementos de este problema han sido profundamente modificados en los diez últimos años. Nuestra pobreza en documentos se debe principalmente á la falta de habilidad como coleccionadores é intérpretes, pero debe tambien atribuirse á nuestra ignorancia de las leyes que gobiernan la fosilizacion de los animales terrestres, cualquiera que sea el lugar que estos animales ocupen en la escala de la organizacion.

CALIZA CARBONIFERA Ó CALIZA DE MONTAÑA.

Hemos dicho que en el Sur de Inglaterra y de Gales, esta formacion sucedia siguiendo el órden descendente al terreno hullífero, mientras que en el Norte de Escocia, las calizas marinas alternaban con el mismo terreno hullífero con esquistos y gres que contenian á veces capas de hulla Cuando está compuesta exclusivamente de carbonato de cal, la Caliza de Montaña se halla desprovista de plantas terrestres pero está toda penetrada de restos marinos; algunas veces la roca casi no es mas que una masa de corales y crinoides.

Los corales tienen en este terreno una gran importancia, y sobre todo los que tienen forma de copa y esqueleto macizo y pétreo, los cuales presentan particularidades de estructura que permiten distinguirlos de todas las especies conocidas en las capas posteriores al Permiano. Hay, pues, para estos seres dos tipos; uno antiguo ó *Paleozóico* y otro nuevo ó *Neozóico*, si por esta última palabra se designan todas las capas, desde las del Trias hasta las mas modernas inclusive. Los diagramas (fig. 429 y 430) daran una idea de estos tipos, y aunque se necesite muchos veces un naturalista ejercitado para reconocer los puntos particulares de estructura que hemos representado, el geólogo debe esforzarse en reconocerlos porque sus diferencias son de un gran interés teórico.

Veremos mas adelante que los corales mas antiguos presentan lo que se llama una disposicion cuadripartida en sus placas petrosas ó *laminillas*, partes del esqueleto que sostienen los órganos de la reproduccion. El número de las laminillas en el tipo paleozóico es de cuatro, ocho, diez y seis etc.; mientras que en el tipo mas moderno es siempre seis, doce, veinte y cuatro ú otros múltiplos de seis; y este carácter es constante, ya sea que los corales formen una copa sencilla como en *a* y *a* de las figuras 429 y 430, ó agregaciones de capas como en *c* figura 429.

No solamente los corales primarios ó mas antiguos son todos genérica y específicamente diferentes de los secundarios, terciarios ó actuales, sino que tambien pertenecen á órdenes distintos, aunque por sus formas exteriores, presentan algunas veces una analogía tal con los géneros actuales de los arrecifes, que

se les ha podido confundir. Es preciso, pues, abstenerse tanto mas de sacar conclusiones demasiado absolutas de la comparacion de los pólipos modernos con los paleozóicos, respecto al clima probable y á la temperatura de las aguas de los mares antiguos, cuanto que los dos grupos de zoófitos estan construidos sobre tipos esencialmente diferentes. Si se tiene en cuenta el gran número de las especies paleozóicas y neozóicas, causa admiracion el ver cuan constante es la regla que hemos establecido anteriormente; hasta el presente no ha sufrido sino dos excepciones; la de un coral cuadri-partido en una formacion neozóica (la Cretácea) y la de otro coral de la clase sextupla (una Jugia) en rocas paleozóicas (silurianas).

Entre los numerosos corales lameliformes de la caliza de Montaña se encuentran dos especies extensa y abundantemente esparcidas en toda la superficie que se extiende desde los confines de la Rusia oriental hasta las islas Británicas.

Estas dos especies, al mismo tiempo que algunas otras pertenecientes á los géneros *Zaphrentis*, *Amplexus*, *Cyathophyllum*, *Clysiophyllum*, *Syringopora* y *Michelinea*, forman un grupo muy diferente de todos los que han precedido ó seguido.

Como Briozoarios dominan los *Fenestella* y *Polypora* que constituyen muchas veces capas considerables. Sus frondas reticuladas son fáciles de conocer.

Los Crinoides abundan tambien en la Caliza de Montaña (figs. 433 y 434).

En la mayor parte, la copa ó cavidad (en *b* figura 434) está muy desarrollada comparativamente á los brazos, aun cuando esto no suceda en la fig. 433. Los géneros *Poteriocrinus*, *Cyathocrinus*, *Pentremites*, *Actinocrinus* y *Platycrinus*, son todos característicos de la formacion. Otros Equinodermos son en ella raros, como por ejemplo; los erizos de mar; estos últimos tienen una estructura complicada; y su envoltura presenta mayor número de placas que ninguno de los géneros modernos del mismo grupo. Solo un género, el *Palæchinus* (fig. 435), es análogo al *Echinus* actual. Otro género, el *Archæocidaris* recuerda generalmente el *Cidaris* de nuestros mares.

Los Moluscos estan representados en su mayor parte por Braquiópodos (ó *Paliobranquios*) los cuales abundan en la formacion y presentan dimensiones considerables. Quizá, entre las mas características de estas conchas, debemos citar las grandes especies de *Productus*, tales como el *P. giganteus*, *P. hæmisphœricus*, *P. semireticulatus* (fig. 436) y *P. scabriculus*. Se encuentran tambien abundantemente gruesas espiriferas plegadas, *Spirifer striatus*, *S. rotundatus* y *S. trigonalis* (fig. 437), al mismo tiempo que especies lisas, como la *Spirifer glaber* (fig. 438). con sus numerosas variedades.

Entre los moluscos paliobranquios, citaremos la *Terebratula hastata*, no solamente porque se encuentra extensamente esparcida, sino tambien porque conserva aun muchas veces las fajas coloreadas que adornaban la concha viva (fig. 439). Estas fajas coloreadas se vuelven á encontrar en varios bivalvos lamelibranquios, tales como el *Aviculopecten* (figura 440); las líneas oscuras alternan con un fondo claro. Algunas bivalvas espirales presentan tambien su color original; es muy distinto en el *Pleurotomaria* (fig. 441) cuya superficie presenta manchas onduladas que le dan cierta semejanza con diversos Trochus vivos.

El solo hecho de hallarse conchas tan antiguas conservadas con sus colores, es ya muy notable por sí mismo; Forbes ha deducido una importante conclusion geológica: segun este naturalista, la profundidad de los mares primitivos donde se ha depositado la Caliza de Montaña, no habria excedido de 90 metros. En efecto, en los mares actuales, los testáceos coloreados habitan rara vez mas abajo de esta última profundidad; el mayor número se encuentra en los puntos donde las aguas muy bajas dejan pasar una abundante luz, á 3 ó 4 metros lo mas de la superficie. En los mares británicos, ciertos géneros son siempre blancos ó incoloros mas abajo de 180 metros, mientras que individuos pertenecientes á las mismas especies, recogidos en zonas menos profundas, estan vivamente matizados ó abigarrados.

Este argumento sacado del color de las conchas, es muy importante, porque los Radiarios, los Articulados y los Moluscos del período Carbonífero, pertenecen casi todos á géneros que no se encuentran en la creacion viva, y sobre cuyas costumbres es muy difícil formar algunas conjeturas.

Varios moluscos carboníferos, tales como *Avicula*, *Nucula*, *Solemya* y *Lithodomus*, pertenecen sin duda alguna á géneros vivos; pero la mayor parte aunque referidos frecuentemente á tipos actuales, tales como *Isocardia*, *Turritella* y *Buccinum*, representan en realidad formas que parecen haber sido aniquiladas hácia el fin de la época paleozóica. El *Euomphalus* es una concha univalva característica de este período. Su interior está dividido en departamentos (figura 442, *d*) cuyos tabiques no estan perforados como en las conchas forafiníferas ó en las que tienen un sifon, tales como el *Nautilo*. El animal parece haberse retirado sucesivamente de cada cavidad, cerrándola con un tabique. El número de las cavidades es variable, y estas faltan generalmente en la vuelta interior. El animal de la *Turritella communis* actual, se construye igualmente, á medida que avanza en edad, paredes que constituyen otros tantos tabiques de la concha.

Se encuentran en la Caliza de Montaña cerca de veinte especies del género *Bellerophon* (fig. 443), concha no tabicada, como en los Argonautas vivos. Este género no se representa ya en las capas de fecha posterior. Se le considera generalmente como perteneciente á los heterópodos, y vecino de la *Carinaria*; pero algunos conchiliólogos creen que era simplemente un Cefalópodo.

Los Cefalópodos carboníferos no se separan tanto del tipo actual (*Nautilus*) como los representantes silurianos, mas antiguos del mismo órden; sin embargo, ofrecen algunas formas notables que se hacen cada vez mas raras en las capas posteriores á la hulla. Entre estas formas se distingue el *Orthoceras*, concha tabicada y provista de un sifon, como seria un nautilo recto y contraido (fig. 444). Ciertas especies de este género miden varios decímetros de longitud. La *Goniatita* es otro género casi vecino de la *Amonita*, de la que se diferencia, en que los lóbulos de los tabiques estan desprovistos de recortaduras laterales, y presentan dos bordes continuos.

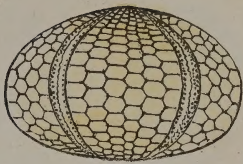
La especie que reproduce la fig. 445, se halla esparcida casi en todas partes; y muestra admirablemente la disposicion en zigzag que caracteriza á los lóbulos de los tabiques.

En otra especie (fig. 446), los tabiques no estan mas que ligeramente undulados, y se parecen mucho mas por su forma á los del Nautilo. La posicion dorsal del sifon distingue sin embargo muy claramente á la Goniatita del Nautilo, y prueba que la concha pertenecia á la familia de las Ammonitas, de la cual, segun algunos autores, no se diferencia genéricamente.

Peces fósiles. La distribucion de estos fósiles en el terreno de que se trata es muy variable; asi Koninck, el eminente paleontólogo de Lieja, no ha podido reunir en su abundante coleccion de los fósiles de la Caliza de Montaña de Bélgica, mas de cuatro ó cinco ejemplos de huesos ó de dientes de peces. Fundándose en el carácter que presentan en Bélgica, este autor ha debido concluir que la clase de los peces fue muy rara en los mares carboníferos, y sin em-

Geologia.

435



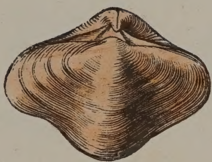
436



437



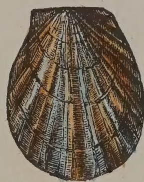
438



441



440



439



442



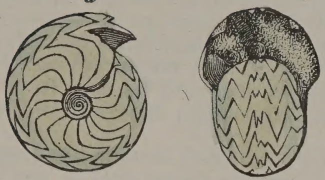
455



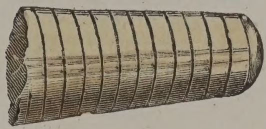
435. *Palæchinus gigas;* reducido. Caliza de Montaña de Irlanda. —436. *Productus semi-reticulatus.* Caliza de Montaña de Rusia, Inglaterra, los Andes, etc.—437. *Spirifer trigonalis.* Caliza de Montaña del Derbyshire, etc.—438. *Spirifer glaber.* Caliza de Montaña.—439. *Terebratula hastata,* mostrando las listas de color radiadas. Caliza de Montaña en Irlanda, Rusia, etc.—440. *Aviculopecten sublobatus.* Caliza de Montaña de Derbyshire, Yorkshire, etc, —441. *Pleurotomaria carinata.* Caliza de Montaña de Derbyshire, etc.—442. *Euomphalus pentangulatus.* Caliza de Montaña; *a.* Cara superior; *b.* Cara inferior ó umbilical; *c.* Boca menos pentagonal en los individuos de mas edad; *d.* Seccion que presenta las cavidades interiores.—455. Escama de *Holoptychius nobilissimus;* del tamaño natural.

445

a b



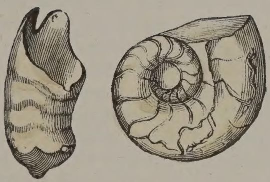
444



443



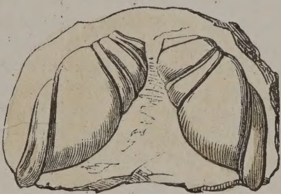
446



450



448



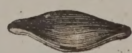
453



454



449



447



443. *Bellerophon costatus*. Caliza de Montaña.—444. *Orthoceras laterale;* porcion de la concha. Caliza de Montaña.—445. *Goniatites crenistria*. Caliza de Montaña de Inglaterra, América, etc.; *a*. Cara lateral; *f*. Cara frontal, mostrando la boca.—446. *Goniatites evolutus*. Caliza de Montaña de Yorkshire.—447. *Psammodus porosus*. Lecho de osamentas. Caliza de Montaña. Bristol.—448. *Cochliodus contortus*. Lecho de osamentas. Caliza de Montaña Bristol.—449. *Fusulina cylindrica;* tamaño triple. Caliza de Montaña.—450. *Posydonomya Becheri*. Carbonífero inferior.—453. Tallo de *Lepidodendron*, aplanado en el punto en que desaparece la disposicion en cuadros de las escamas. Devoniano superior.—454. *Cyclopteris Hibernica*. Devoniano superior de Kilkenny.

bargo; las investigaciones hechas en otros paises han conducido á un resultado enteramente diferente. Por ejemplo, existe cerca de Clifton sobre el Avon un célebre *lecho de osamentas* casi enteramente compuesto de Ictiolitos; otro tanto puede decirse del *lecho de peces* de Armagh en Irlanda. Estos lechos se componen principalmente de dientes que pertenecen principalmente al órden de los placoideos, y casi todos rodados como si hubieran sido transportados de una gran distancia. Algunos son cortantes y puntiagudos, como los dientes de los tiburones ordinarios; los del género *Cladodus* se hallan en este caso. Pero la mayor parte, los del *Psammodus* y del *Cochliodus* en particular, son como los del *Cestracion* de Puerto Jackson macizos, insertos en el paladar, y propios para triturar.

Se cuentan en la Caliza de Montaña de las islas Británicas mas de otras setenta especies de peces. Los huesos de las aletas de estos animales, son bastante comunes en Armagh y en Bristol; los que se designan con el nombre de *Oracanthus*, tienen muchas veces dimensiones considerables. Se encuentran tambien en los mismos yacimientos peces Ganoideos, tales como el *Holoptychius*, pero son mucho menos numerosos. El gran *Megalichthys Hibberti*, está esparcido desde las capas superiores hasta las capas enteramente inferiores del terreno carbonífero.

Foraminiferos. Este grupo importante de animales tan abundantemente representado en las capas de los últimos períodos por las Nummulitas y sus numerosos congéneres de formas pequeñas, parece limitado en la Caliza de Montaña á un número muy reducido de especies cuyos individuos son extremadamente numerosos. Ha dado las *Textularia, Nodosaria, Endothyra* y *Fusulina* (fig. 449). Los dos primeros géneros son comunes á este período y á todos los que le han seguido; el tercero empieza á manifestarse en el siluriano superior, pero no se le conoce aun sobre el del carbonífero; el cuarto (fig. 449), es especial á la Caliza de Montaña y caracteriza esta formacion en los Estados-Unidos, en Rusia y en el Asia Menor.

CAPAS CONTEMPORÁNEAS DE LA CALIZA DE MONTAÑA.

En los paises donde la caliza no constituye la porcion principal de la serie carbonífera inferior, esta formacion presenta caracteres completamente diferentes, por ejemplo, en las provincias rhinianas de Prusia y en el Hartz. Los esquistos y los gres llamados *Kiesel-schiefer* y Joven Grauwacke (*Jungere Grauwacke*) por los alemanes, han sido referidos en un principio al grupo devoniano, pero hoy se sabe con certeza que pertenecen al carbonífero inferior. La concha mas habitual de los esquistos carboníferos de esta serie en el continente y en Inglaterra, es la *Posidonomya Becheri* (fig. 450). Algunas especies bien conocidas de la Caliza de Montaña, las *Goniatites crenistria* (fig. 445) y *G. reticulatus*, se encuentran tambien en el Hartz. Comunmente se encuentran en el seno de los gres del mismo sistema, plantas fósiles tales como el *Lepidodendron*, *Saginaria*, *Knorria*, *Calamites Suckovii* y *C. transitionis*, Gopp.; estos vegetales son unos particulares y otros específicamente idénticos á los fósiles ordinarios del terreno hullífero. La verdadera posicion geológica de las rocas de la serie en Hartz, ha sido determinada por primera vez por Murchison y Sedgwick en 1840.

CALIZA CARBONÍFERA EN LA AMÉRICA DEL NORTE.

La division inferior del terreno hullífero de la Nueva Escocia, contiene ademas de grandes masas de yeso, algunas fajas de caliza marina casi enteramente compuesta de Encrinos, y en algunos puntos presenta conchas de géneros comunes á la Caliza de Montaña de Europa.

En los Estados-Unidos, la caliza carbonífera yace debajo de las capas que producen la hulla, y aunque esté poco desarrollada hácia los bordes de la cuenca hullífera de los Alleghanys en Pensilvania, se continua en Virginia y en el Tenessee. En las cuencas hullíferas del Oeste ó del Mississipi, en el Kentucky, la Indiana, el Yowa, el Misuri y otros Estados occidentales, presenta su mayor extension; en ellos adquiere hasta 120 metros de potencia, y contienen abundantemente como en Europa, conchas pertenecientes á los géneros *Productus* y *Spirifer* con *Pentremites* y otros Crinoideos, asi como corales. Entre estos últimos se encuentra comunmente el *Lithostrotion basaltiforme* ó *striatum* (fig. 431) ó alguna otra especie muy inmediata.

CAPITULO XXVI.

GRES ROJO ANTIGUO Ó GRUPO DEVONIANO.

Hemos establecido que las capas carboníferas tienen por límite superior un sistema llamado *Nuevo Gres Rojo*, y por límite inferior otro sistema llamado *Antiguo Gres Rojo*. Este último grupo debe su nombre á la circunstancia de que en el Herefordshire y en Escocia donde ha sido estudiado por primera vez, se compone principalmente de gres rojo, de esquisto y de conglomerato. Posteriormente se le ha llamado *Devoniano* por motivos que explicaremos mas adelante. Por muchos años ha sido considerado como muy pobre en restos orgánicos; y tal es verdaderamente su carácter en superficies muy extensas donde falta la roca caliza, y donde su color está determinado por óxido rojo de hierro.

Antiguo Gres Rojo del Herefordshire etc. En los condados de Hereford, de Worcester, de Shrop y en la Gales del Sur, esta formacion llega á veces á una potencia de 2,400 á 3,000 metros. Presenta las divisiones siguientes:

1.° Conglomerato que pasa en su parte inferior á gres y margas de color de chocolate ó verdes.

2.° Marga y Cornstone, es decir, margas arcillosas manchadas de rojo y verde con accidentes irregulares de calica impura, concrecionada, á la cual se ha dado el nombre de *Cornstone*, con estas rocas se encuentran algunos lechos de gres blanco. En el Cornstone, asi como en las pizarras y margas donde se encuentra con mas abundancia la materia caliza, existen restos de peces de los géneros *Onchus* y *Cephalaspis*. Se han recogido varios ejemplares de este último en el seno de las capas inferiores del Antiguo Gres Rojo, en la colina de May en el Gloucestershire.

Antiguo Gres Rojo de Escocia y de Irlanda. Al Sur de los Grampianos; en los condados de Forfar, Kincardine y de Fife, se puede dividir el Antiguo Gres Rojo en tres grupos:

A. Gres Amarillo atravesado por fajas de gres blanco.

B. Esquisto rojo, gres con cornstone, y en la base un conglomerato.

C. Gres tegulario y gres de pisos muy micáceos, con alguna mezcla de carbonato de cal.

El miembro superior ó gres amarillo *A*, existe en Dura Den, en el condado de Fife, donde se halla inmediatamente cubierto por la hulla. Contiene corta cantidad de peces de los géneros *Pterichthys*, *Pamphractus*, *Glyptopomus*, *Holoptychius* y otros.

En la region Sur del Moray Firth, cerca de Elgin, existen ciertos gres amarillos y blancos, que Sedgwick y Murchison han clasificado hace mucho tiempo entre las capas superiores del Antiguo Gres Rojo; se les considera generalmente como equivalentes del gres amarillo de Fife. Contienen grandes escamas romboidales de un pez á que Agassiz ha dado el nombre de *Stagonolepis Robertsoni*, y que ha referido á los Dipteria-

nos, familia muy característica del Antiguo Gres Rojo. Las escamas del *Stagonolepis*, únicas porciones del animal que se han encontrado hasta el presente, se parecen tanto en su forma y relieves á las del *Glyptopomus*, que seria lícito quizá referirlo al mismo género. El *Glyptopomus* no se ha observado hasta ahora en ningun otro terreno sino en el Devoniano.

El gres ligeramente coloreado del Morayshire pasa hácia sus hiladas inferiores á una serie concordante de capas llenas de fósiles que pertenecen ciertamente al Antiguo Gres Rojo. Insistimos particularmente en la edad de esta roca, porque en tiempos muy recientes (1851) ha producido huesos de un reptil, el primero de la clase que se ha descubierto en una capa tan antigua. El esqueleto representado en la fig. 451, ha sido extraido de una cantera de Cummingstone, cerca de Elgin. Mide 11 centímetros de longitud; pero una porcion de la cola está oculta en la roca, y si la totalidad fuera visible, la longitud del animal pasaria quizá de 15 centímetros. La ganga es un gres blanquecino de granos finos, con cimento de carbonato de cal. Aunque la mayor parte de los huesos, exceptuando los de la cabeza se han descompuesto, se distingue todavía perfectamente su posicion natural. El doctor Mantell ha hecho el modelo en relieve segun las impresiones huecas que existian en la roca. Se ven en ella ligeras indicaciones de dientecillos cónicos en número de veinte y cuatro pares. Las costillas son muy cortas y débiles. La pélvis se halla colocada despues de la vigésima cuarta vértebra precisamente como en el iguano vivo. En suma, el animal debia reunir diferentes caracteres pertenecientes á los Lacertianos y á los Batracios. El doctor Mantell no ha podido deducir si el Telerpeton fue un lagarto pequeño terrestre ó un batracio de agua dulce parecido á las salamandras acuáticas.

Aunque este fósil sea el cuadrúpedo mas antiguo de que se hayan encontrado hasta ahora restos huesosos, no parece haber sido el único que existia en aquella comarca. En efecto, se ha observado en 1850 en una placa de gres de la misma cantera, una serie continua de mas de treinta y cuatro impresiones de pasos de un cuadrúpedo. La fig. 452 representa una corta porcion de estas huellas, cuya direccion parece haber sido de A á B. Las impresiones existen por pares, y forman dos líneas paralelas. El pié de atrás mide 25 milímetros de diámetro; excede en anchura al delantero en la proporcion de 4 á 3. La longitud de cada paso parece haber sido de unos 40 centímetros. Las impresiones son semejantes á las que dejan las tortugas andando sobre arena; si la comparacion es exacta, indicaria el único quelonio que se conoce mas antiguo que el Trias.

Ya hemos citado huellas de pasos que los geólogos americanos refieren á varias especies de reptiles de respiracion aérea; han sido descubiertas en la vertiente oriental de los Alleghanys en Pensilvania, en un Esquisto Rojo muy antiguo, que aun no se sabe si debe considerarse como el miembro inferior del Carbonífero ó como la porcion superior del Devoniano. Estas impresiones demuestran por lo menos que ciertos cuadrúpedos, mayores que ninguno de los indicados por las osamentas de las rocas carboníferas, han existido en la época en que se formaba el antiguo Esquisto Rojo, denominado habitualmente en los Estados-Unidos *infra-carbonífero*.

En Irlanda, las hiladas superiores del Antiguo Gres Rojo ó Gres Amarillo de Kilkenny, contienen peces pertenecientes á los géneros *Coccosteus* y *Dendrodus*, característicos de este periodo; tambien presentan plantas específicamente distintas de todas las que se conocen en el terreno de la hulla, pero que se pueden referir á los géneros de este terreno; tales son los *Lepidodendron* y *Cyclopteris* (fig. 453 y 454). En algunos ejemplares el tronco de este último género presenta grandes cicatrices de insercion; ha debido, pues, pertenecer á helechos arborescentes.

En las mismas hiladas se han recogido conchas cuya forma recuerda la del género Anodonte, y que probablemente han vivido en agua dulce. Algunos geólogos á la verdad se inclinan á clasificar estas capas entre las que forman la base de la serie carbonífera, con el Gres Amarillo de Griffiths, pero los Ictiolitos y las plantas de carácter específico particular que se encuentran en ellas, parecen apoyar victoriosamente la primera opinion.

B. La division media del Antiguo Gres Rojo, tal como se observa al Sur de los Grampianos, comprende en primer lugar Esquistos y Gres Rojos con cornstone, los cuales ocupan el valle de Strathmore siguiendo su longitud desde Stonehaven al Firth de la Clyde; en segundo lugar un Conglomerato que se encuentra al pié de los Grampianos y sobre la vertiente de las colinas de Sidlaw. La porcion superior de esta division es decir, las capas que en el condado de Fife estan cubiertas por el Gres Amarillo, presenta escamas de un pez grande, ganoideo del género *Holoptichius*, recogidas por primera vez en Clashbinnie, cerca de Perth. Se ha descubierto posteriormente en el mismo depósito un ejemplar entero del mismo género que presentaba mas de 60 centímetros de longitud; algunas de las escamas (fig. 455) no median menos de 75 milímetros de largas por 62 de anchas.

C. La tercera division en el Sur de los Grampianos consiste en piedra de solar (*paving stone*) y pizarras grises, con esquistos rojos y grises. Estas capas yacen debajo de una masa espesa de conglomerato. Han dado algunos peces notables del género que Agassiz ha llamado *Cephalaspis* ó *cabeza escudo*, á causa del singular escudo que cubre la cabeza (fig. 456). Se ha confundido muchas veces este pez con un Trilobite de la division de los *Asaphus*.

En Carmylie, en el Forfarshire, en la misma roca muy conocida con el nombre de piedra de enlosar de Arbroath, se descubren de tiempo en tiempo restos de un gran crustáceo. Los canteros escoceses dan á este fósil el nombre de *Seraphin*, por el adorno en forma de ala ó de pluma que guarnece la parte posterior de la cabeza, parte que se encuentra lo mas frecuentemente en la roca. Agassiz en un principio habia referido alguno de estos fragmentos á la clase de los peces, pero despues ha sido el primero en reconocer su verdadera naturaleza, y en la lamina número 1 de sus *Peces Fósiles del Viejo Gres Rojo*, ha representado las partes del animal sobre que ha creido deber fundar su opinion.

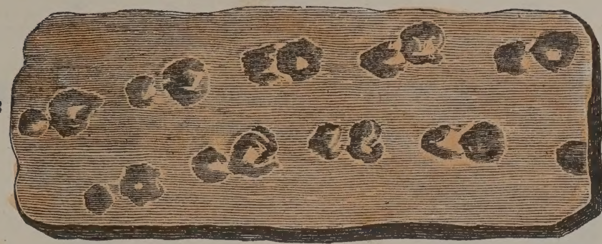
El caparazon de este crustáceo, cuyo tamaño igualaba al menos el de los mayores cangrejos, estaba provisto en su parte posterior de cuernos cortos, y hácia el medio de dos grandes ojos, como en el Eurypterus que se encuentra en la formacion hullifera de Glasgow. El cuerpo se componia de diez ú once anillos movibles, y terminaba por una cola en punta ovoidea. La superficie entera estaba cubierta de estas especies de escamas que hemos señalado como adornando la cabeza.

M' Coy ha proporcionado una figura del animal completamente restaurado (fig. 458). Este sabio opina que debe ser muy inmediato al gran *Eurypterus*, si quizá no era del mismo género, y ademas que pertenecia á la misma familia que la Limula viva.

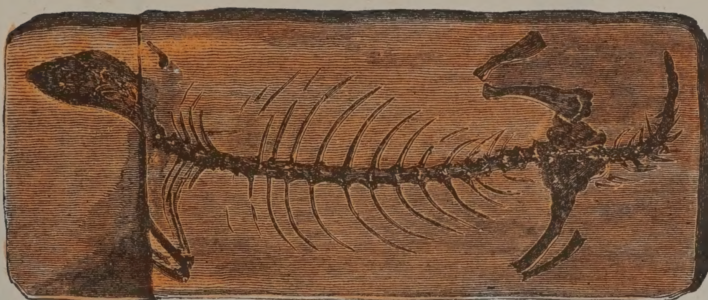
Murchison duda que las capas grises de *Pterygotus* de Forfarshire deban ser referidas al Siluriano Superior ó bien al Ludlow Superior; pero como en Balruddery están asociadas á numerosos ejemplares de *Cephalaspis* muy probablemente pertenecientes á dos especies, Lyell juzga que constituyen una division del Antiguo Gres Rojo, quizá menos antiguo que los Esquistos bituminosos del Norte de Escocia.

Las mismas piedras de enlosar y pizarras coberto-

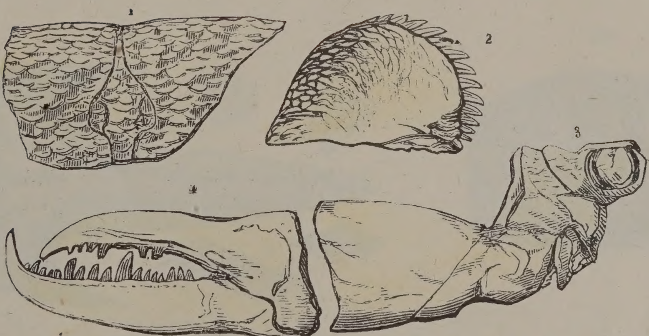
452



451

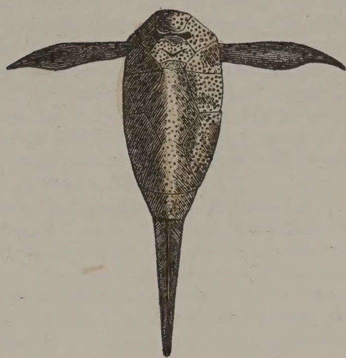


457

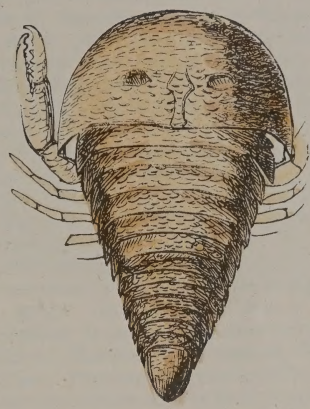


451. *Telerpeton Elginense;* tamaño natural. Reptil del Viejo Gres Rojo de Elgin, condado de Moray.—452. Huella de un cuadrúpedo del Viejo Gres Rojo de Cummingstone, cerca de Elgin en el condado de Moray.—457. Porciones del *Pterygotus anglicus*; 1. Porcion media de la nuca esculpida en forma de escamas; 2. Porcion de la base ancha de uno de los piés anteriores, con sus fuertes espinas ó dientes que servian de órganos de masticacion; 3. Porcion inmediata á una de las grandes tenazas anteriores; 4. Tenaza terminal con sus dos ramas en forma de sierra.

465



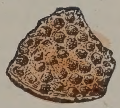
458



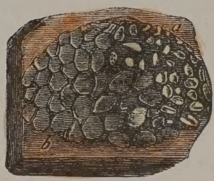
459



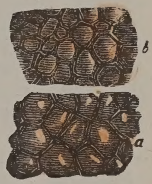
461



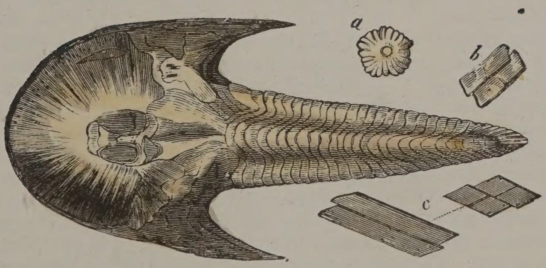
462



463



456



460



456. *Cephalaspis Lyellii; a.* Una de las escamas particulares de que está cubierta la cabeza, en estado de completa conservacion. Estas escamas faltan generalmente; *b*, *c*. Escamas de diferentes sitios del cuerpo y de la cola.—458. *Pterygotus problematicus;* restaurado.—459. *Parka decipiens.* Gres de las capas inferiores del Viejo Gres Rojo.—460. *Parka decipiens.* Esquisto de las capas inferiores del Viejo Gres Rojo de Fife.—461. Porcion de huevos de una especie de *Natica* de Inglaterra.—462. Placa del Viejo Gres Rojo del Forfarshire, con cuerpos que parecen huevos de Batracio; *a.* Huevos en estado carbonoso; *b.* Celdillas de huevos varías — 463. Huevos de rana *(Rana temporaria)*, en un estado carbonoso. De un estanque desecado de Clapham Common; *a.* Los huevos macizos; *b.* Seccion transversal de la masa que muestra la forma de las celdillas.—465. *Pterichthys*, cara superior que muestra la boca.

ras groseras que dan el *Cephalaspis* y el *Pterigotus*, en los condados de Forfar y de Kincardine, contienen restos de plantas herbáceas que el geólogo puede utilizar para identificar las capas correspondientes, aun en puntos muy apartados. Se ignora si estas plantas son de las Fucoideas, como se habia creido en un principio, ó plantas de agua dulce *fluviales*, como ciertos botánicos pretenden. Estos restos estan acompañados muchas veces de fósiles á los que los canteros dan el nombre de bayas (*berries*), y que recuerdan por su forma una mora ó una frambuesa comprimida (fig. 459 y 460). Algunos fósiles de este género fueron por primera vez observados en 1828 en un gres gris de la misma edad que el de Forfarshire, en Parkull cerca de Newburg al Norte de Fife. Posteriormente se han vuelto á encontrar al Norte de Strathmore, en el esquisto vertical situado debajo del conglomerato, y en las mismas capas de Sidlaw Hills.

El doctor Fleming ha comparado estos fósiles á las panojas de un *Juncus* ó á los ramilletes de un *Sparganium* ó de alguna otra planta vecina y su opinion ha sido confirmada por el descubrimiento hecho en Balrudderie de un ejemplar de superficie inferior mas lisa que la superior, y que presenta el sitio en que se supone estaba inserto un pedúnculo. En el gres de Forfarshire se han encontrado ejemplares que no estaban asociados á hoja alguna (fig. 459); ofrecian una gran semejanza con las huevas de una *Natica* reciente, depositadas en una capa delgada de arena (figura 461), y que hubieran adquirido por su presion recíproca una forma poligonal; pero como no se ha descubierto concha alguna de gasterópodo en la misma formacion, el *Parka* no tiene probablemente relacion alguna con esta clase de seres organizados.

Sorprendido el doctor Mantell por la semejanza de un ejemplar (fig. 462) con una pequeña aglomeracion de huevos desecados de la rana comun de Inglaterra que habia extraido negra y carbonosa (fig. 463) del limo de un estanque cerca de Londres, ha creido deber atribuir el fósil á un Bratacio. Newport ha participado de esta opinion; y ha creido ademas que los fósiles mayores y mas circulares (fig. 464) que se habian recogido en el esquisto del mismo terreno (Antiguo Gres Rojo), y que se habian presentado solitarios ó por pares, fijos á las hojas de las plantas, podian muy bien ser los huevos de algun Triton ó Salamandra gigantesca.

La ausencia general de restos de reptiles en las capas del período devoniano, se opone fuertemente á los ojos de muchos geólogos, á este modo de ver.

Antiguo Gres Rojo del Norte de Escocia. La totalidad de la region septentrional de la Escocia desde el cabo Wrath hasta la vertiente meridional de los Grampianos, ha sido descrita perfectamente por Hugo Miller; se compone de un grupo de granito, gneiss y otras rocas hipógenas, de modo que parece envuelta en un manto de gres. Quizá antes de la aparicion de los Grampianos las hiladas del Viejo Gres Rojo de que está formado este manto, han sido continuas en toda la extension que ocupa hoy la gran cordillera; en efecto, una faja de gres sigue la línea del Moray Frith hasta muy en el interior del gran valle Caledoniano, y se encuentran en muchos puntos colinas desprendidas de esta roca, así como trozos en forma de islotes. La misma roca cubre tambien como un solideo las cumbres mas elevadas del condado de Sutherland, y presenta en el Moray Shire una especie de oasis en medio de las rocas graníticas de Strathspey. En la costa occidental del Ross-shire, el Antiguo Gres Rojo constituye tres inmensas colinas aisladas donde varias capas horizontales de gres de 900 metros de espesor, reposan en estratificacion discordante sobre un gneiss, probando así la gran desnudacion de que en otro tiempo ha sido teatro aquella comarca.

El Antiguo Gres Rojo del Norte de los Grampianos difiere considerablemente por su carácter mineralógico del del Sur de la misma cordillera, especialmente en cuanto á las divisiones mediana é inferior. Ya hemos clasificado en A la porcion superior que consiste en gres ligeramente coloreado, y contiene el *Telerpeton* de Elgin; hemos hecho de ella un equivalente del gres amarillo del Fife. Esta porcion superior pasa hácia su base, á gres y conglomerados rojos variados, que corresponden á los otros lechos designados por B. Despues viene la *formacion media*, de Hugo Miller, compuesta de un gres delgado, hendido y gris que ha presentado en el condado de Moray una especie de *Cephalaspis*; pero no se podria decidir aun si estos lechos son contemporáneos de la piedra de enlosar de Arbroath.

A la division precedente sucede la *division inferior* de Hugo Miller; esta comprende:

a. Gres rojos y variados.
b. Esquistos bituminosos.
c. Gres grosero.
d. Gran conglomerato.

Los esquistos *b* han dado en los condados de Banff, Nairn, Moray, Cromarty, Caithnes y Orkney, una gran cantidad de peces pertenecientes á los géneros *Pterichthys*, *Coccosteus*, *Diplopterus*, *Cheiracanthus*, *Asterolepis*, *Dipterus* y otros descritos por Agassiz.

Se han encontrado en esta division inferior del Antiguo Gres Rojo, cinco especies de *Pterichthys*. Los apéndices en forma de alas, de que este género ha tomado su nombre, habian sido en un principio considerados por Miller como remos (aletas) semejantes á los de las tortugas; pero Agassiz ha hecho de ellos unas armas defensivas análogas á las espinas occipitales del *Cottus gobio* y para este naturalista solo la cola seria órgano de movimiento. Los géneros *Dipterus* y *Diplopterus* han sido llamados así á causa de la disposicion de sus aletas dorsales que representan como dos pares de alas. Estan provistos de escamas huesosas y esmaltadas.

El *Asterolepis* era un pez ganoideo de colosales dimensiones. El *Ast. Asmusii*, Eichwald, especie característica del Antiguo Gres Rojo de Rusia y de Escocia tenia de 6 á 9 metros de longitud. Su cuerpo estaba protegido por una fuerte armadura huesosa, provista de tubérculos en forma de estrellas; pero su esqueleto era cartilaginoso. La boca estaba provista de dos filas de dientes, los exteriores pequeños y de la forma ordinaria de los dientes de peces, los interiores mayores y con los caracteres de los de los reptiles. Se encuentra tambien el *Asterolepis* en las rocas devonianas de la América del Norte, al nivel de la division inferior del Antiguo Gres Rojo. Hugo Miller ha descubierto igualmente en esta division, leños de coníferas con sus radios medulares bien conservados. Este es el ejemplo mas antiguo que se conoce de la existencia de un vegetal tan elevado en organizacion, en una roca de tal antigüedad.

Devon meridional y Cornwall.—De la palabra devoniano. En 1837 se descubrió que una gran parte de las capas esquistosas y calizas del Devon meridional y del Cornwalla, referidas en un principio á la serie de *transicion* ó siluriana, pertenecia en realidad al período del Antiguo Gres Rojo. Lonsdale habiendo tenido ocasion de examinar los fósiles del Devonshire meridional, reconoció que algunos tenian afinidad con los del grupo carbonífero, y otros con los del siluriano, mientras que el resto no se referia exactamente á ninguno de los dos sistemas; el conjunto presentaba un carácter mixto particular. Sin embargo, estas solas observaciones paleontológicas no nos hubieran permitido asignar con exactitud á las rocas esquistosas y calizas del Devon meridional su verdadero lugar en la serie geológica, si Sedgwick y Murchison no hubieran descubierto que los esquistos y el antracito del Devon septentrional pertenecian al terreno

bullífero y no como lo habian creido anteriormente los geólogos al período de *transicion*.

Como las capas del Devon meridional son mucho mas ricas en restos orgánicos que los gres rojos de fecha contemporánea del Herefordshire y de Escocia, se ha propuesto el nombre nuevo de *sistema devoniano* para reemplazar el de Antiguo Gres Rojo.

El conjunto de los fósiles presenta una conexion muy íntima entre la paleontologia del grupo siluriano y la del grupo carbonífero; esta conexion se manifiesta de una manera notable por los *géneros* ya de corales, ya de conchas. En cuanto á las *especies*, son ordinariamente diferentes excepto en el grupo superior.

Las rocas de este grupo en el Devon meridional, se componen en gran parte de esquistos verdes, cloríticos, alternados con esquistos y gres cuarzosos. Tambien se ven esparcidos esquistos calizos con calizas azules cristalinas, y en algunos puntos, conglomeratos que pasan á un gres rojo. Pero la serie entera ha sido profundamente alterada y dislocada por la intrusion del granito de Dartmoor y por la de otras rocas ígneas.

En el Devon septentrional, el grupo devoniano no ha sufrido tan grandes cambios y manifiesta muy claramente sus relaciones con las rocas carboníferas que tiene sobrepuestas. Se observa la siguiente serie en el corte que se presenta á lo largo de la costa, en el canal de Bristol, entre Barnstaple y el North-Foreland.

SERIE DEVONIANA EN EL DEVON SEPTENTRIONAL.

Superior. . . 1.	*a.*	Esquistos pardos, calcaríferos, con fósiles de los cuales algunos son comunes al grupo carbonífero. (Barnstaple, Pilton, etc.)
	b.	Gres pardo y amarillo, con conchas y plantas terrestres, *Stigmaria*, *Knorria* y otras (Baggy Point, Marwood, etc.)
Medio.	2.	Gres duros, grises y rojizos, y pizarras micáceas, desprovistas de fósiles, reposando sobre esquistos blandos, verdosos de un espesor considerable. (Morte Bay, Bull Point, etc.)
	3.	Esquistos calcaríferos, con ocho ó nueve fajas calizas, llenas de conchas y de corales semejantes á los de la caliza de Plymouth. (Combe Martin, Ilfracombe Harbour, etc.)
Inferior.	4.	Gres duros, verdosos, rojos y purpúreos; fósiles accidentales, *Spirifer*, etc. (Linton, North Foreland, etc.)
	5.	Esquistos cloritosos, blandos, y parcialmente gres; *Orthis*, *Spirifer*, y algunos corales. (Valle of Rocks, Lynmouth, etc.)

Las capas que se suceden en este corte han sido comparadas á las del Devon meridional y del Cornwall por los autores del sistema *Devoniano* y por otros observadores. Sedgwick las ha hecho recientemente objeto de un nuevo exámen mas detenido. Geólogos de Inglaterra ó del continente las han identificado sucesivamente con las de la serie devoniana de Francia, de Bélgica, de las provincias Rhinianas, del centro de la Alemania y de la América. Trataremos primero de las principales subdivisiones establecidas en Europa.

ROCAS DEVONIANAS SUPERIORES.

Los esquistos y gres de Barnstaple (núm. 1 *a*, *b*) estan representados en el Cornwall por las calizas y esquistos de Peterwyn, grupo que aflora paralelamente de debajo de las capas carboníferas, y contribuye el grupo de *Peterwyn* del profesor Sedgwick. Estas rocas contienen el *Spirifer disjunctus*, Sow. (*S. Verneuilii*, Murch.) (fig. 466), fósil esparcido en toda Europa y que se encuentra en el Asia menor y en China. Entre otros varios fósiles la *Climenia linearis* (fig. 467) y el pequeño crustáceo *Cyprinida serrato-striata* (fig. 468) son tan característicos de estas rocas superiores, en Bélgica, en las provincias Rhinianas, en el Hartz, en Sajonia y en Silesia, que las capas de la division son designadas en Alemania con los nombres de *Clymenien-Kalk* y de *Cypriniden-Schiefer*.

Con estos fósiles se encuentran, en Inglaterra y en el continente, abundantes *Goniatites* (*G. subsulcatus* Munster), y otras especies. En Alemania, las Goniatites se hallan ordinariamente confinadas en las capas particulares, esto puede observarse en Oberscheld, asi como en Couvin (Bélgica) etc. Los Trilobitos no son raros en Cornwall, ni en el Devon septentrional; se refieren principalmente á especies de *Phacops* (figura 500); pero en las calizas Devonianas superiores del Fichtelgebirge, por ejemplo en Elbersreuth en Baviera, se encuentran esparcidos en gran número, géneros y especies que nunca se encuentran mas arriba en la serie, ó no reaparecen en ninguna parte de la caliza carbonífera.

DEVONIANO MEDIO.

La serie nafosilífera del Devon septentrional, y las capas calcaríferas de Ilfracombe, corresponden á los grupos del *Devon meridional* á los cuales Sedgwick ha dado los nombres de *Serie de Darmouth* y *de Plymouth* y que forman la porcion verdaderamente tipo del sistema devoniano. Esta porcion comprende las enormes calizas de Plymouth y de Torbay calizas llenas de conchas, de trilobitos y de corales. Una gran acumulacion, de pizarras y de esquistos, toda penetrada de los mismos cuerpos organizados, ocupa casi la totalidad de la parte Sur del Devonshire y una gran porcion del Cornwall. Entre los corales se citan los géneros *Favosites*, *Heliolites* y *Cyathophyllum*. Este último abunda igualmente en los sistemas siluriano y carbonífero; los dos primeros son frecuentes en las rocas silurianas. Algunas especies son comunes á los grupos Devoniano y Siluriano, por ejemplo, la *Favosites polymorpha* (fig. 469), uno de los fósiles mas ordinarios de Devonshire. Los *Cyathophyllum cæspitosum* (fig. 470), y *Heliolites pyriformi* (fig. 471) principalmente son característicos; lo mismo sucede con otra especie muy comun, la *Aulopora serpens* (figura 472), que durante la juventud, se adhiere á la superficie de los corales y de las conchas; como se ve en la figura, se desarrolla posteriormente siguiendo la direccion vertical y se convierte en una masa de tubos reunidos por pequeños apéndices. En este estado el polipero ha parecido constituir un coral diferente, y se le ha dado el nombre de *Syringopora*.

Se encuentran asociados á estos fósiles varios crinoideos, de los cuales algunos, por ejemplo el *Cupressocrinites*, difieren genéricamente de los de la Caliza Carbonífera. Los moluscos no son menos característicos, y entre ellos citaremos el género *Stringocephalus* (fig. 473), que se puede considerar como exclusivamente devoniano. Algunas conchas de Braquiópodos

467



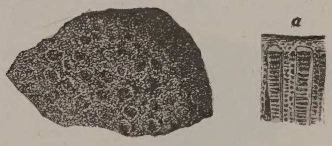
464



473



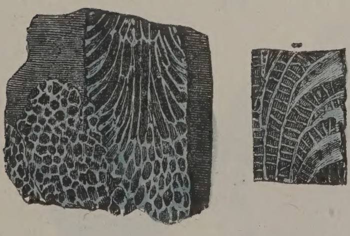
471



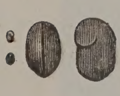
470



469



468

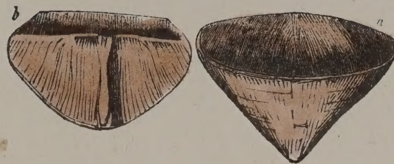


464. Esquisto del Viejo Gres Rojo ó Devoniano del condado de Forfar, con impresiones de plantas y huevos de Batracios; *a*. Dos pares de huevos, parecidos á los de las grandes Salamandras ó Tritones, sobre la misma hoja de la roca; *b*, *b*. Huevos desprendidos; *c*. Celdillas de huevos de rana ó *Ranina*.—467. *Clymenia linearis*, de Cornwall y Baviera.—468. *Cyprinida serratostriata*, de Sajonia, Bélgica, etc.—469. *Favosites polymorpha*; ejemplar pulimentado; *a*, Porcion aumentada para mostrar los poros.—470. *Cyatophyllum cæspitosum*; *b*. Estrella terminal; *c*. Corte al través, mostrando las placas sobrepuestas y porcion de otra rama.—471. *Heliolites porosa* ó *Porites pyriformis*; *a*. Porcion aumentada. Devoniano medio de Torquay, Plymouth, Eifel.—473. *Stringocephalus Burtini*; *a*. Valvas unidas; *b*. Las mismas vistas de lado; *c*. Interior de una valva mas ancha mostrando el grueso tabique y una parte de la eminencia que se proyecta de su extremidad superior y todo al través de la concha.

481



478



477



476



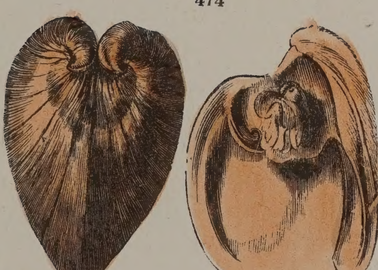
466



479



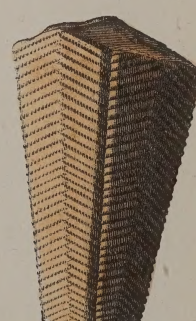
474



472



475



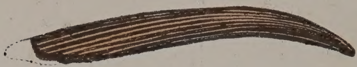
466. *Spirifer disjunctus* ó *Sp. Verneuillii*. Devoniano superior de Boulogne —472. *Aulopora serpens* —474. *Megalodon cucculatus*; *a*. Las valvas unidas; *b*. Cara interna de la valva, mostrando los gruesos dientes cardinales.—475. *Conularia ornata*.—476. *Brontes flabellifer*.—477. Bosquejo de la cabeza restaurada del *Brontes flabellifer*.—478. *Calceola sandalina*; *a*. Valva central; *b*. Cara interna de la valva dorsal.—479. *Spirifer mucronatus*. Devoniano de Pensilvania.—481. *Pleurodictyum problematicum*. Devoniano inferior, de Nassau. Tiene adherido un cuerpo vermiforme y existe en relieve en un gres.

Geologia

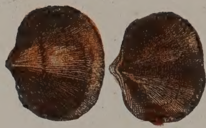
483



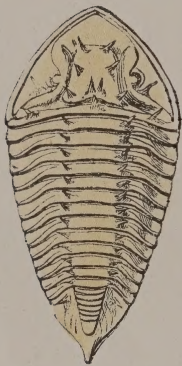
484



482



480



485



486



489



490



487



480. *Homalonotus armatus*. Devoniano inferior.—482. *Orthis elegantula*, Ludlow Superior.—483. *Athyris* ó *Terebratula navicula*. Caliza de Aimestry —484. *Onchus tenuistriatus*. Lecho de osamentas del Siluriano Superior.—485. Escamas puntuadas de un pez placoideo. Lecho de osamentas del Ludlow Superior.—486. *Plectrodus mirabilis*. Lecho de osamentas del Ludlow Superior.—487. *Pentamerus Knightii*; *a*. Las dos valvas; *b*. Corte siguiendo la longitud de las valvas, y mostrando los tabiques centrales.—489. *Rhynchonella (Terebratula) Wilsoni*. Aymestry.—490. *Atrypa reticularis*. Aymestry; *a*. Valva superior; *b*. Valva inferior, *c*. Borde inferior de las valvas.

del género *Spirifer* y otros, abundan en la misma division; mencionaremos particularmente la *Atrypa reticularis*, Linn., (fig. 490), fósil cosmopolita que se encuentra en las capas devonianas desde la América hasta el Asia menor, y que vivió tambien, como veremos mas adelante, en los mares silurianos. Los Bivalvos lamelibranquios comunes á la caliza de Plymouth, en el Devonshire y en el continente, han presentado el *Megalodon* (fig. 474) y varios bivalvos espirales, tales como *Murchisonia*, *Euomphalus* y *Macrocheilus*. Se observan tambien Pteropodos, como *Conularia* (fig. 475). Los Cefalópodos, tales como el *Cyrtoceras*, *Gyroceras* y otros, pertenecen casi todos á géneros diferentes de los que prevalecen en la Caliza Devoniana Superior ó Clymenien-Kalk (Caliza de Climenes de los alemanes). Se encuentran tambien algunas especies de trilobitos, en particular el característico *Brontes flabellifer* (fig. 476), cuya cola en forma de abanico es bastante conocida. Rara vez se encuentra la cabeza de este Trilobito en un estado perfecto de conservacion. Salter ha ensayado su restauracion de la manera que representa la figura 477.

Se han descubierto en la misma formacion, comprendiendo en ella la *Caliza de Stringocephalus* ó *Caliza del Eifel* de los alemanes, abundantes restos de *Coccosteus* y otros Ictiolitos; estos restos han servido para identificar la roca con el Antiguo Gres Rojo de Inglaterra y de Rusia.

Debajo de la Caliza del Eifel, principal tipo del *Devoniano* en el continente, yace cierto esquisto, que los autores alemanes han llamado *Calceola-Schiefer* (*Esquisto de Calceolas*), á causa de la *Calceola sandalina* (fig. 478), Braquiópodo fósil de una forma muy curiosa que contiene en abundancia.

DEVONIANO INFERIOR.

Debajo de las calizas y de los esquistos del Devoniano Medio se observa entre Coblentza y Caub una serie de esquistos pizarrosos y de gres cuarzosos. Estos últimos constituyen la *Antigua Grauwacka del Rhin* de Roemer, y el *Gres de Spiriferas* de Sandberger: Sedgwick y Murchison habian considerado una parte de estas rocas del Rhin y algunas de las comarcas adyacentes como pertenecientes al Siluriano Superior, pero su verdadera edad ha sido luego rectificada. Sus equivalentes en Inglaterra son los gres y esquistos pizarrosos del Foreland septentrional y de Linton en el Devon; segun Salter, lo es tambien el gres de Torbay en el Devon meridional, comarca en que se observan varios de los fósiles característicos del Rhin. Las Spiriferas de anchas alas que caracterizan el *Spirifer-sandstein* (*Gres de Spiriferas*) de Alemania, tienen representantes en las capas devonianas de la América del Norte (fig. 479).

Entre los trilobitos de esta era, se observa una gran especie de *Homalonotus* (fig. 480). Este género en sí mismo es mas bien una forma del Siluriano, pero las especies espinosas que produce parecen pertenecer exclusivamente al *Devoniano Inferior*.

A los fósiles anteriores se hallan asociadas varias especies de Braquiópodos, tales como *Orthis*, *Leptæna*, *Chonetes*; Lamelibranquios, como la *Pterinea*; y un coral fósil muy notable, el *Pleurodictyum problematicum* (fig. 481).

DEVONIANO DE RUSIA. Segun Murchison, las capas devonianas en Rusia se extienden sobre una region mas dilatada que las Islas Británicas. Cuando se componen de gres, como el Antiguo Gres Rojo de Escocia y de la Inglaterra central, contienen peces fósiles frecuentemente idénticos en las especies, pero mas frecuentemente aun en los géneros, á los de Inglaterra; por el contrario, cuando estan formadas de caliza, presentan conchas semejantes á las del Devonshire. Esta circunstancia notable confirma el orígen contemporáneo atribuido en un principio á estas formaciones que presentan dos tipos mineralógicos muy distintos en diferentes puntos de Inglaterra. Las rocas calizas y arenáceas de Rusia alternan entre sí de tal manera que no podria existir duda alguna acerca de su sincronismo.

Entre los peces comunes á las capas de Rusia y de Inglaterra, se cuentan los *Asterolepis Asmusii*, una especie mas pequeña (*A. minor*, Ag.), *Holoptychius nobilisimus*, *Dendrodus strigatus*, Owen, *Pterichthys major*, Ag., y otros muchos. Pero algunos de los mas notables entre los géneros escoceses, el *Cephalaspis*, *Coccosteus*, *Diplacanthus*, *Cheiracanthus*, etc., no se han encontrado todavía en Rusia, lo cual se puede atribuir, bien al estado imperfecto de nuestros conocimientos actuales, bien á causas geográficas que han limitado la extension habitada por las especies extinguidas. En suma, se han encontrado hasta el presente en Rusia mas de cuarenta especies de peces ganoideos y placoideos; algunos de estos últimos tenian una talla colosal.

CAPAS DEVONIANAS DE LOS ESTADOS-UNIDOS.

En ninguna comarca presentan las capas que intervienen entre el Carbonífero y el Siluriano una serie tan completa como en los Estados-Unidos. Estas capas han sido desde un principio estudiadas muy detalladamente por los geólogos del Estado de Nueva-York. La superficie de dicho Estado iguala por sí sola á casi toda la Gran Bretaña, y las rocas devonianas se presentan en él en una posicion casi horizontal y normal de tal manera que se pueden establecer con seguridad las relaciones de las formaciones entre sí.

Subdivisiones de las capas devonianas de Nueva-York, adoptadas en las relaciones de los geólogos del Estado.

	Nombre de los grupos.	Espesor en metros.	
1	Grupo de Catskill, ó Antiguo Gres Rojo.	610	
2	Grupo de Chemung.	460	
3	Acarreo.	305 (3 y 4)	
4	Genessee.		
5	Tully.	4	60
6	Hamilton.	305	
7	Marcellus.	15	
8	Corniferous.	15 (8 y 9)	
9	Onondaga.		
10	Schoharie.	3 (10 y 11)	
11	Cauda-Galli grit.		
12	Gres de Oriskany.	1 á 10	

Estas subdivisiones no tienen, con mucho, el mismo valor en cuanto al espesor de las capas y á la diferencia de sus fósiles, pero cada cual presenta ciertos caracteres mineralógicos ú orgánicos que la distinguen de las otras; ademas, se ha encontrado por la comparacion de la geología de los otros Estados con la de Nueva-York que algunos de los grupos arriba mencionados, por ejemplo, los números 2 y 3 que tienen el uno 460 y el otro 305 metros de potencia en Nueva-York, se localizaban mas y mas ganando los Estados circunvecinos, mientras que otros grupos, como los números 8 y 9, cuyo espesor total apenas llega á 15 metros en Nueva-York, se desarrollaban en una superficie casi tan extensa como la Europa.

En cuanto al límite superior del sistema, hay en este punto algunas divergencias, sobre todo desde que se ha encontrado en el Gres Rojo, núm. 1, el *Holopthychius nobilissimus*, y otros peces genérica ó especificamente característicos del Antiguo Gres Rojo de Europa.

Muchas mas dudas existen aun sobre la clasificacion de los números 10, 11 y 12. Despues de un viaje á los Estados-Unidos, Verneuil ha propuesto, en 1847, clasificar el gres de Oriskany en el devoniano; el exámen de los fósiles recogidos por Lyell en América el año 1842, ha conducido á Sharpe á la misma consecuencia. La semejanza de las Spiriferas de este gres de Oriskany con las del Devoniano Inferior del Eifel, ha dado á Verneuil su principal argumento; el grit (gres) de Schoharie que viene encima número 10 ha sido clasificado como Devoniano, porque contiene una especie de *Asterolepis*. Por otra parte Hall cita varios fósiles en los núms. 11 y 12, que parecen asemejarse al grupo del Ludlow de Murchison mas que ningun tipo europeo; clasifica por consiguiente estos grupos en el siluriano superior. El gres de Oriskany, en Nueva-York nunca llega á mas de diez metros de espesor, presenta algunas veces hasta noventa en Pensilvania y en Virginia, provincias en que los Rogers le han estudiado perfectamente al mismo tiempo que las otras capas primarias ó paleozóicas.

Las divisiones superiores (comprendiendo desde el grupo de Catskill hasta el grupo de Jenesse inclusive, números 1 y 4) se componen de lechos arenáceos y esquistosos, que son quizá de orígen litoral. Varian mucho de espesor y algunas de ellas se prolongan muy lejos hácia el Oeste; mientras que los grupos calizos, núms. 8 y 9, aunque midan rara vez en Nueva-York un espesor superior á quince metros, no constituyen menos un arrecife de coral casi continuo en una superficie que pasa de 800,000 quilómetros cuadrados, desde el Estado de Nueva-York hasta el Mississipi por un lado, y por el otro entre los lagos Huron y Michigan al Norte, y los rios Ohio y Tenessee al Sur. En los Estados del Oeste, estas divisiones estan representadas por la porcion superior de lo que se llama *Cliff Simestone*. Se observa un gran desarrollo de esta formacion en las caidas ó rápidas del rio Ohio, en Louisville en el Kentuky, donde se asemeja á un arrecife de coral moderno. En la estacion de las aguas bajas, presenta en descubierto una extensa superficie dispuesta en escalones horizontales, y como las partes blandas de la piedra han sido descompuestas y lavadas, los corales calizos mas duros, sobresalen y envian ramas en todas direcciones. Se han observado enormes masas de mas de dos metros de diámetro del *Favosites Gothlandica* con su magnífica estructura en panales de miel; al lado se encuentra la *Favistella* que presenta una combinacion de la estructura anterior con la de una estrella de *Astræa*. Se ve tambien el *Cyathophyllum* en forma de copas y la delicada trama de la *Fenestella*, como tambien la elegante especie fósil muy conocida en Europa, el coral-cadena (*Catenipora escharoides*, figura 194) con cierta cantidad de otros fósiles análogos. Estas formas coralinas estaban mezcladas con articulaciones, troncos y á veces con cabezas de Encrinos liliformes. Aunque se hayan sacado de las rocas centenares de ejemplares hermosos para enriquecer los museos de Europa y de América, el depósito es inagotable; se preparan constantemente nuevas colecciones bajo la accion de la corriente, y bajo la influencia del sol y de la lluvia, cuando en la estacion cálida, el canal ha quedado en seco. En abril de 1846 las aguas del Ohio estaban á mas de doce metros bajo su nivel mas elevado, y á seis metros sobre el mas bajo; una extensa superficie de la roca estaba de este modo á descubierto.

La Monografía publicada en 1853 por Milne Edwars y Jules Haime no describe menos de cuarenta y seis especies de corales devonianos de Inglaterra, y entre este número, solo seis especies se encuentran en América; este hecho es importante para determinar la geografía del hemisferio septentrional durante la época devoniana, sobre todo si se tiene en cuenta el extenso desarrollo de los Antozoarios en el sentido del espacio. Debemos recordar tambien que los corales de estos antiguos arrecifes de América ó de Europa, cualquiera que sea su facies moderna, pertenecen todos al *Zoantharia rugosa*, sub-órden que no tiene hoy dia representante. Seamos pues muy reservados cuando se trate de deducir de la presencia y de las formas de estos zoófitos, conclusiones relativas al predominio de un clima cálido ó tropical en latitudes elevadas en la época en que vivian, porque, dice el profesor Forbes, estas conclusiones descansarian únicamente en la confusion de las analogías con las afinidades.

La division caliza de que tratamos, contiene tambien *Goniatites, Spirifer, Pentremites* y algunos otros géneros de Moluscos y Crinoideos, análogos á los que abundan en el Devoniano de Europa; algunas especies son idénticas en los dos puntos del globo. Pero la dificultad de determinar el paralelismo exacto entre las sub-divisiones de Nueva-York, y los miembros del Devoniano de Europa, resulta del pequeño número de especies comunes; se juzgará en esto por el ensayo crítico que ha publicado Hall, en 1851, sobre los escritos de los autores europeos, relativamente á esta interesante cuestion. Por lo demás, nosotros mismos hoy dia, ¿somos capaces de establecer el paralelismo entre los principales grupos del Norte y del Sur de la Escocia, y las relaciones del mismo género entre las divisiones del Devon y del Rhin?

CAPITULO XXVII.

GRUPOS SILURIANO Y CAMBRIANO.

Llegamos, descendiendo, á las mas antiguas de las rocas primarias fosilíferas, á esta serie que comprende la mayor parte de las capas designadas por Werner con el nombre de *transicion*. Los geólogos tenian la costumbre de dar á estas capas mas antiguas el nombre general de Grauwacke, empleado por los mineros alemanes para indicar una variedad particular de gres ordinariariamente compuesto de un agregado de fragmentos pequeños de cuarzo, de esquisto silíceo (ó lidiana) y de esquisto arcilloso, cimentados por una materia arcillosa. Se ha dado mucha importancia á esta especie de roca, asignándola una época determinada en la historia de la tierra; en efecto, se encuentra un gres semejante (ó grit) en el Antiguo Gres Rojo, en el Millstone Grit del terreno hullífero; y algunas veces en ciertas formaciones cretáceas y aun eócenas de los Alpes.

La denominacion de *Siluriano*, ha sido propuesta por Murchison para designar una serie de capas fosilíferas colocadas bajo el Antiguo Gres Rojo, y ocupando esta parte de la Gales y de algunas otras comarcas contiguas en Inglaterra, que constituyó en otro tiempo el reino de los siluros, tribu de los antiguos bretones. La tabla siguiente indica las diversas formaciones que comprende este grupo de capas antiguas.

ROCAS SILURIANAS SUPERIORES.

		Caracteres litológicos dominantes.	Espesor en metros.	Restos orgánicos.
1. Formacion de Ludlow.	Ludlow Superior.	a. *Tilestones.*—Gres micáceos en hojas delgadas, rojizas y verdosas. b. Gres y limo micáceos, grises.	245.	Moluscos marinos de casi todos los órdenes; los Braquiópodos mas abundantes, Serpulitas Crustáceos de la familia de los Trilobitos. Peces Placoideos (los mas antiguos conocidos en la clase de los Peces). Algas marinas; y en las capas superiores, plantas terrestres.
	Caliza de Aymestry.	Caliza arcillosa.	610.	
	Ludlow Inferior.	Esquistos con concreciones calizas.		
2. Formacion de Wenlock.	Caliza de Wenlock.	Caliza concrecionada y en capas gruesas.	Mas de 610.	Moluscos marinos de diversos órdenes como anteriormente. Crinoideos y corales en abundancia. Trilobitos, Graptolitos
	Esquisto de Wenlock.	Esquistos arcillosos, frecuentemente un flagstone.		

ROCAS SILURÍANAS MEDIAS.

Formacion de Caradoc.	Gres de Caradoc.	Esquisto, caliza conchífera, gres y conglomerato.	610.	Crinoideos, Corales y Moluscos, principalmente de los Braquiópodos. (El género *Pentamerus* abunda).

ROCAS SILURIANAS INFERIORES.

Formacion de Llandeilo.	Llandeilo flags.	Flags calizas de color sucio; pizarras y gres.	610.	Moluscos, Trilobitos, Cistideas Crinoideos, Corales y Graptolitos.

FORMACION DEL LUDLOW. Este miembro del grupo Siluriano Superior, mide, como se ve en la tabla que precede, un gran espesor y se subdivide en tres partes: Ludlow Superior, L. Inferior (como intermedio), y Caliza de Aymestry. Restos orgánicos particulares, permiten distinguir estas tres sub-divisiones cerca de la ciudad de Ludlow y en otros puntos de los condados de Shrop y Hereford.

1. *Ludlow Superior*, *a. Tilestones.* Esta division llamada *Tilestones* (piedras de teja), fue en un principio clasificada por Murchison en el Antiguo Gres Rojo; en efecto, se descompone en un suelo rojo en la superficie de la region siluriana. Se la consideraba como formando un grupo de transicion entre el Siluriano y el Viejo Gres Rojo; pero hoy existe la seguridad de que sus fósiles se parecen la mayor parte especialmente, y todos por su carácter genérico, á los de las capas silurianas que vienen debajo. Entre estos fósiles se cita el *Orthoceras bullatum*, *Trochus helicites*, *Bellerophon trilobatus*, *Chonetes lata*, etc.; asi como muchos colmillos de peces. Se observan perfectamente los lechos de esta sub-division en Kington, en el Herefordshire, y en Downton Caste, cerca de Ludlow, donde producen piedras de construccion.

b. Gres gris, etc. La sub-division de Ludlow que viene despues, está formada de un gres calizo gris, ó de una piedra micácea; estas rocas se descomponen en tierra blanda y contienen ademas de las conchas que acabamos de indicar la *Síngula córnea* comun al mismo tiempo á los Tilestones. El *Orthis orbicularis*, variedad redonda de la *O. elegantula*, es carecterística del Ludlow Superior, y las capas terrosas inferiores estan todas llenas del *athyris navicula* (fig. 483), en un espesor de mas de 9 metros. Como esto sucede ordinariamente en las formaciones de los períodos primarios, los Moluscos Braquiópodos predominan sobre los Lamelibranquios, aunque estos no sean raros. Entre otros géneros se observan los *avicula* (ó *Pterinea*), *Cardiola*, *Nucula*, *Sanguinolites* y *Modiola*.

Los gres del Ludlow Superior, presentan algunas veces ondulaciones que indican un depósito gradual; la misma observacion se aplica á los esquistos arcillosos que las acompañan. Estos últimos tienen un gran espesor y han recibido el nombre provincial de *mudstones* (piedras de limo). Algunos contienen troncos de crinoides en posicion vertical, que indudablemente se han fosilizado en su sitio, en la época en que crecian en el fondo del mar. La facilidad con que estas rocas cuando se hallan expuestas á las injurias del tiempo, se reducen á limo, prueba que á pesar de su antigüedad, se hallan todavía en el estado en que se hallaban al tiempo de su formacion.

El *lecho de osamentas* del Ludlow Superior, ofrece el ejemplo mas antiguo y muy auténtico de restos fósiles de peces. Presenta ordinariamente una sola lista delgada de fragmentos pardos, huesosos en la union del Antiguo Gres Rojo y de las rocas de Ludlow; esta lista mide, cerca de la ciudad de Ludlow, de 7 á 10 centímetros de espesor. Se la ha seguido en una longitud de mas de 70 quilómetros, partiendo de este punto hasta el Gloucerteshire y otros condados, y generalmente no ha presentado mas que unos 25 milímetros de espesor. En May Hill, dos lechos del mismo género estan separados por mas de 4 metros de capas llenas de fósiles del Ludlow Superior. La misma localidad ha presentado inmediatamente debajo del lecho de peces superior, numerosos cuerpos globulosos que segun Hooker, debian ser esporos de una planta criptogama, probablemente una Licopodiácea. Los lechos de osamentas vienen precisamente debajo de las capas inferiores del Antiguo Gres Rojo. Algunos de los peces pertenecen á la familia de los Tiburones, y se refieren sus colmillos al género *Onchus* (fig. 484). Van acompañados de un gran número de escamillas granugientas (fig. 485), que quizá proceden del mismo

pez placoideo. Se ha descubierto asimismo, en estos lechos, la mandíbula y los dientes de otro género de pez vorax (fig. 486). Como en la mayor parte de los lechos de osamentas, los dientes y los huesos se hallan casi siempre en estado de fragmentos rodados. Se ha escrito mucho sobre los restos de peces que presentan los miembros mas antiguos de la serie siluriana; pero Salter, ha demostrado, que ninguna de las hipótesis era verdaderamente fundada. Phillips ha indicado, sin embargo, osamentas de peces en la porcion inferior del Ludlow Superior, en su union con la roca de Aymestry; no parece que hasta hoy se haya demostrado depósito alguno inferior á este, ya sea en Europa, ya en la América del Norte, porque los ictiolitos mas antiguos de Barrande (fragmentos huesosos de 20 centímetros), han sido hallados en el Siluriano Superior de Bohemia; los que han anunciado los geólogos americanos proceden del Gres de Oriskany, formacion que se considera aun como dudosa, y que oscila entre los sistemas devoniano y siluriano.

En Inglaterra, á la verdad, lo mismo que en los Estados-Unidos y en el Canadá, se han descubierto en el seno de las rocas silurianas inferiores, masas globulares, cilíndricas ó aplanadas, compuestas principalmente de fosfato de cal, y que se ha supuesto eran Coprolitas. Recientemente se ha demostrado que las conchas de los géneros *Lingula* y *Urbicula*, abundantes en el seno de las mismas formaciones, estan compuestas de fosfato y carbonato de cal en proporciones semejantes; se ha pensado, pues, que la descomposicion de estas conchas habia podido dar orígen á los nódulos, y que estos habrian recibido su forma de la accion de concrecion. Pero aun cuando los zoólogos prefirieran considerar á los nódulos como una materia fosfática arrojada en forma de excremento por animales que se alimentaran de Lingulas y Orbiculas, quedaria aun por decidir si estos animales fueron Vertebrados mas bien que Cefalópodos, Crustáceos ú otros Invertebrados. En cuanto á la suposicion de no haber existido pez alguno en los mares silurianos antes de la época del lecho de osamentas del Ludlow, trataremos de ella al fin de este capítulo.

2. *Caliza de Aymestry*. El grupo siguiente es una caliza sub-cristalina y arcillosa, que á veces mide 15 metros de potencia; se distingue en las cercanías de Aymestri por la abundancia del *Pentamerus Knightii*, Sow. (fig. 487), fósil que se encuentra asimismo en el Ludlow Inferior. En un principio se ha indicado este género de Braquiópodo en el seno de las capas silurianas; es una forma exclusivamente paleozóica. Las dos valvas se hallan divididas por un tabique central que forma cuatro cavidades, y en una de las valvas el tabique mismo contiene una pequeña cavidad, lo cual hace cinco entre todas, y ha dado orígen á su nombre. Estos tabiques tienen un gran desarrollo en comparacion de lo que se observa en todas las demás conchas de Braquiópodos; han debido dividir al animal en dos partes casi iguales; sin embargo, son de la misma naturaleza que los del interior de la *Spiriferas*, de las Terebratulas y de otras muchas conchas del mismo órden. Murchison y Verneuil han observado esta especie por millares en una caliza blanca de la época siluriana superior, en las riberas del Is, en la vertiente oriental de los montes Urales en Rusia, una especie semejante se encuentra frecuentemente en Suecia.

Otras tres conchas abundan en la caliza de Aymestry, y son: 1.ª la *Lingula Lewisii* (fig. 488); 2.ª la *Rhynchonella Wilsoni*, Sow. (fig. 489), pertenecientes igualmente al Ludlow Inferior asi como á la caliza de Wenlock; 3.ª la *Atrypa reticularis*, Lin. (fig. 575), que se encuentra en el Sistema Siluriano, aun en la parte superior de los Llandeilo Flags.

La Caliza de Aymestry contiene tan gran número de conchas, corales y trilobitos, específicamente semejantes á los de la Caliza de Wenbonck sub-yacente, que difícilmente se pueden distinguir estos dos miembros uno de otro, solo por los fósiles. Sin embargo, ciertos restos orgánicos son comunes á la caliza de Aymestry y al Sudlow Superior, y algunos no se encuentran en el Weulock.

3. *Esquisto del Ludlow Inferior*. Este es un depósito arcilloso de color gris oscuro que contiene entre diferentes fósiles varias conchas tabicadas muy grandes de géneros poco conocidos en las rocas mas modernas, como *Phragmoceras*, Broderip., y *Lituites*, Breyn. (figs. 491 y 492). Este último género es en parte recto y en parte arrollado como la *Spirula*.

El *Orthoceras Ludense* (fig. 493) lo mismo que el Cefalópodo que acabamos de citar, es especial en este miembro de la serie.

Se encuentra tambien en abundancia en el Ludlow Inferior una especie de Graptolita, *G. Ludensis*, Murch. (fig. 503), forma de Zoófito que no es indicado todavía en las capas superiores al Siluriano.

Formacion de Wenlock. Despues viene la formacion de Wenlock que se ha dividido en Caliza de Wenlock y Esquisto de Wenlock.

1. *Caliza de Wenlock*. Esta caliza muy conocida en otro tiempo con el nombre de Caliza de Dudley, forma en el Shropshire una cresta continua de 32 quilómetros de longitud, que se extiende desde el S. O. al N. E., á la distancia de 16 quilómetros próximamente del escarpado casi paralelo de la Caliza de Aymestry. Esta especie de protuberancia prolongada debe su existencia á la solidez de la roca que la constituye, y á la poca resistencia de los esquistos que se encuentran encima y debajo. Cerca de Wenlock, la formacion consiste en masas gruesas de una caliza sub-cristalina, gris, llena de corales y de encrinos. Esta masa es esencialmente de naturaleza concrecionada, y las concreciones llamadas *Ball-Stones*, en el Shropshire, miden á veces hasta 25 metros de diámetro. Estan formadas de carbonato de cal puro; la roca que les rodea es mas ó menos arcillosa. En las colinas de Malvern, la Caliza es frecuentemente oolítica.

Entre los abundantes corales de esta formacion citaremos el *Coral-cadena* (*Halysites catenatus*, ó *Catenipora escharoides*, (fig. 494); es uno de los mas fáciles de reconocer y de los mas extensamente esparcidos en Europa, en todas las divisiones del grupo Siluriano, desde la Caliza de Aymestry, hasta cerca de la base de la serie. Tambien se encuentra en ella con profusion otro coral, el *Favosites Gothlandica* (fig. 495). Una tercera forma muy comun en la caliza de Weulock, es la *Omphyma* (fig. 496); lo mismo que varios de sus análogos, este coral nos presenta una semejanza sorprendente con los corales cupuliformes modernos; pero todos los géneros silurianos pertenecen al tipo paleozóico que hemos indicado anteriormente.

Los Crinoides, muy abundantes en la formacion, ofrecen especies particulares de *Cyathocrinus*; estas especies han contribuido con sus troncos calizos, sus ramas y sus copas á la acumulacion de la Caliza de Wenlock. Como Cistideas; se observan pocas formas verdaderamente notables, y algunas de ellas son especiales del Siluriano Superior, por ejemplo el *Pseudo-crinites* que está armado de brazos fijos y pinnados (fig. 497).

Los braquiópodos pertenecen en su mayor parte á las especies de la Caliza de Aymestry; tales son el *Atrypa reticularis* (fig. 490), y el *Strophomena Depressa*, Sow., (fig. 498); pero estas especies se encuentran igualmente en los Ludlow, esquisto de Weulock y gres de Caradoc.

Los crustáceos estan casi exclusivamente representados por los Tribolitos; pero estos presentan las formas mas notables. El *Calymene Blumenbachii*, llamado el *Trilobito de Dudley*, era ya conocido mucho

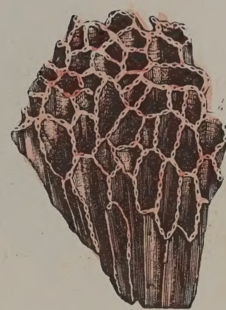
461



488



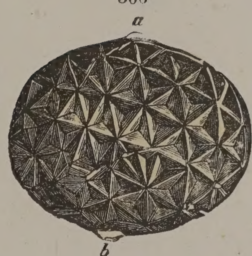
494



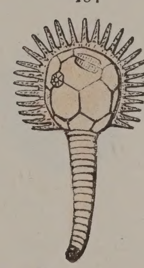
495



506



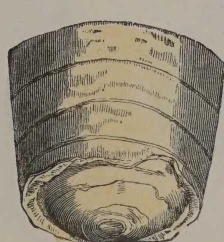
497



498



493



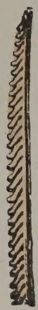
492



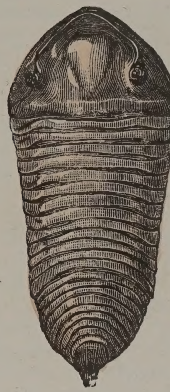
488 *Lingula Lewisii*. Abberley Hills.—491. *Phragmoceras ventricosum*. Aymestry.—492. *Lituites giganteus*. Cercanías de Ludlow.—493. Fragmento de *Orthoceras Ludense*. Shropshire — 494. *Halysites catenulatus*. Silurianos Superior é Inferior.—495. *Favosites Gothlandica*; *a*. Porcion de una gran masa, menor del tamaño natural; *b*. Porcion aumentada que muestra los poros y las divisiones de los tubos.—497. *Pseudocrinites bifasciatus*. Caliza de Wenlock.—498. *Strophomena (Leptæna) depressa*. Rocas de Wenlock y de Ludlow.—506. *Echinosphærites Balticus*; *a*. La boca; *b*. El punto de insercion del tronco. Siluriano Inferior de la Gales del Norte y del Sur.

Geologia.

503



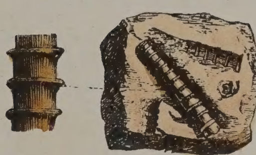
502



500



505



499



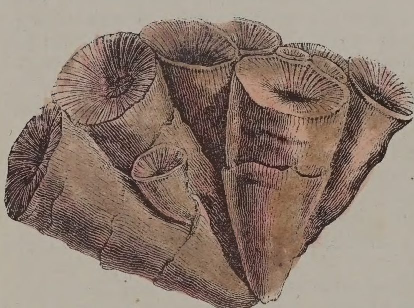
501



504



496



496. *Omphyma turbinatuna*. Caliza de Wenlock en el Shropshire.—499. *Calymene Blumenbachii*. Caliza de Wenlock, de Ludlow y de Aymestry.—500. *Phacops caudatus*. Rocas de Wenlock, de Aymestry y de Ludlow.—501. *Sphærosochus mirus*. América del Norte.—502. *Homalonotus delphinocephalus*. Dudley Castle.—503. *Graptolites Ludensis*, Esquistos de Ludlow y Wenlock.—504. *Pentamerus lævis* ó quizá *Pentamerus oblongus* en la juventud. Gres de Caradoc; *a*, *b*. La concha misma; *c*. Molde de la misma especie, con una porcion de la concha que subsiste aun; *d*. Molde del interior de una valva.—505. *Tentaculites annulatus*. Moldes interiores en el gres; tamaño natural, y uno de los individuos aumentados.

tiempo antes que su verdadero lugar se hubiera fijado en el reino animal. Se le encuentra con frecuencia arrollado como el *Oniscus* comun, y este estado es bastante frecuente en los Trilobitos, autorizándonos á deducir, que estos animales recurrian generalmente á este medio para burlar los ataques de sus enemigos. El *Spherexochus mirus* (fig. 501), se presenta como una bola cuando está arrollado, y su parte exterior es sumamente plana. El *Homalonotus*, especie de trilobito en el cual la division tripartida de la epidermis dorsal es apenas sensible (fig. 502), caracteriza particularmente esta division de la serie Siluriana.

2. *Esquisto de Wenlock.* Esta roca segun Murchison, es con mucho la mas extensa y la mas constante de la formacion de Wenlock; la caliza, en efecto, se adelgaza muchas veces y concluye por desaparecer. Lo mismo que el Ludlow Inferior, el Esquisto contiene frecuentemente concreciones elípticas de caliza terrosa impura. En el distrito de Malvern, es una masa arcillosa fina que llega apenas á un espesor de 200 metros; pero en las Gales, su potencia excede de 300 metros. Los fósiles mas abundantes en ella son, ademas de los corales, Trilobitos y algunos Crinoides, varias especies de *Orthis* con otros Braquiópodos, y ciertas especies de *Orthoceratites* de concha muy delgada, Se encuentran tambien numerosos ejemplares de Graptolitos, grupo de Zoófitos confinado á las rocas silurianas y que se encuentra mas rara vez en el Ludlow.

ROCAS SILURIANAS MEDIAS.

Gres de Caradoc. Este gres que toma su nombre de la montaña de Caer Caradoc en el Shropshire, fue en un principio considerado como la porcion arenosa y superior de las capas Silurianas Inferiores. Investigaciones ulteriores han demostrado que el Caradoc, tal como se le entendia en el principio, es decir, el Caradoc tipo, se divide en dos formaciones: la una inferior, simple estado arenáceo de los Llandeilo Flags, y que contiene especies fósiles idénticas; la otra, superior ó gres que comprende una serie de capas oblicuas á las del Llandeilo, y está caracterizada principalmente por fósiles del Siluriano Superior, con algunas mezclas sin embargo de especies propias del *Siluriano Inferior*. Distinguido asi del Llandeilo, el caradoc puede pues ser colocado en la base del esquisto de Wenlock como lo creen ciertos geólogos, ó bien, considerado como grupo siluriano medio, opinion que se ha adoptado por muchos. Sin embargo, la mayor parte de las capas que se llamaban primitivamente el *Caradoc*, han pasado al Llandeilo; forman el equivalente de los miembros superior y medio de estas divisiones.

Ramsay y Aveline han dado á conocer de una manera positiva las relaciones del Caradoc con las capas que les son superiores ó inferiores; han observado, que en las colinas de Longmind, el gres reposaba en estratificacion discordante sobre el Siluriano Inferior, y que este último ó *Llandeilo Flags*, lo mismo que algunas rocas aun mas antiguas, habia debido constituir una isla en medio del mar de Caradoc. Segun Forbes, esta isla debia ser una tierra alta y escarpada que se elevaba sobre una agua profunda. Los fósiles del Caradoc; algunos de los cuales presentan un carácter litoral, por ejemplo, las *Littorina* y *Turritella*, debieron depositarse alrededor de la ribera de esta tierra. Se ha establecido igualmente, que los gres y conglomerados del Caradoc Superior que reposan en estratificacion discordante sobres los lechos del Llandeilo, pasan por el contrario hácia su parte superior al Esquisto de Wenlock.

Posteriormente Sedgwick y Coy, demostraron en el seno de los lechos del Caradoc de May Hill y de los Malvern pertenecientes al Caradoc Superior, la existencia cierta de fósiles silurianos superiores; encontraron además, que las capas del Gres de Caradoc, en Horderly y en otras localidades al Este de Caer Caradoc, pertenecian al grupo de Bala (equivalente del Llandeilo); estas capas estaban caracterizadas por especies del Siluriano Inferior. Mas adelante, Salter y Aveline, estudiando ciertas porciones del Shropshire en que el Caradoc habia sido primitivamente examinado por Murchison, vieron el Caradoc Superior en estratificacion discordante sobre el inferior, y conteniendo fósiles muy diferentes.

Sin embargo, en el sentido estricto en que hoy se entiende, el Gres de Caradoc comprende una serie de capas que forman paso entre los grupos silurianos inferior y superior. En todas partes se halla caracterizado por especies de *Pentamerus* y de *Atrypa* desconocidas en el Wenlock sub-yacente ó en el Ludlow, pero que continuan manifestándose al través de las capas del grupo de Llandeilo. Citaremos particularmente los *Pentamerus lœvis* (fig. 504) y *P. oblonqus* como Braquiópodos abundantes en el seno de las capas del Siluriano; se encuentra al mismo nivel en las series silurianas de Suecia y de los Estados-Unidos. El *Tentaculites annulatus* (fig. 505) y un anélido probablemente vecino de la *Serpula*, son tambien muy comunes en la misma formacion, hecho que aproxima estas capas mucho mas al Siluriano Inferior que al Superior. La totalidad del gres conchífero de los Malvern y de los Abberly Hills de Tortworth (Gloucertershire), asi como del centro de los distritos de May Hill y de Woolhope, pertenece al Siluriano Medio que en la cadena de los Malvern llega á un espesor de 200 metros. A la misma edad, se refieren las grandes masas de gres, mezclado con esquisto, de una potencia de 600 metros que existen en las regiones altas y dislocadas de la Gales del Norte en los montes Berwyn por ejemplo. Segun Sedgwick, los gres duros y cuarzosos del Westmoreland, deberian tambien referirse al mismo período.

ROCAS SILURIANAS INFERIORES.

Llandeilo Flags. Las capas silurianas inferiores han sido divididas antiguamente por Murchison en grupo superior, llamado Gres de Caradoc, y grupo inferior, al cual ha dado este geólogo el nombre de *Llandeilo Flags* (pizarra de Landeilo), de una ciudad de este nombre situada en el condado de Caer Marthen. Las capas que componen este último grupo. consisten en esquisto micáceo de color oscuro, frecuentemente calizo, que cubre un vasto espesor de arcillas esquistosas ordinariamente negras. Las mismas capas se observan en Builth en el Radnorshire, donde alternan con materias volcánicas. Sin embargo, encima de estas capas tipos del Llandeilo, el Siluriano Inferior contiene en las Galles del Norte y del Sur, algunos lechos, en el seno de los cuales los *Pentameros* del Siluriano Medio se hallan asociados á especies fósiles idénticas á las de las pizarras de Llandeilo. Los corales de la zona caliza del Llandeilo, pertenecen á los géneros *Halysites* (fig. 494), *Heliolites*, *Petraia*, *Stenopora*, *Favosites* (fig. 495) y otros. Las mismas rocas contienen Crinoides y Cristideas de especies particulares. Las Cistideas son los fósiles mas modernos que los paleontólogos han añadido á la lista de los *Radiados*. Su estructura y sus afinidades zoológicas han sido explicadas por primera vez en un ensayo publicado por Buch en Berlin en 1845. Estos son los *Sphœronites* de los autores antiguos; se encuentran habitualmente en forma de cuerpos esferoidales revestidos de placas poligonas con una boca en la cara superior, y un punto de insercion para un tallo (casi siempre roto en los ejemplares) en la cara inferior, (fig. 506. *b*). Forbes los considera como formas intermedias entre los Crinoides y los Equinodermos. La esferonita representada en la fig. 506, procede de las

capas del Llandeilo de las Gales, y se encuentra tambien en Suecia y en Rusia.

Se citan algunos ejemplos raros de estrellas de mar en las mismas casas. Las conchas de Braquiópodos abundan en ellas, principalmente las de los géneros *Orthis*, *Leptœna* y *Strophomena* (fig. 509). Los *Orthis* de costillas muy anchas y simples (figura 507) son los mas característicos. Los *Atrypa* y *Spirifer* tan frecuentes en los Silurianos Superior y Medio, abundan poco en el Siluriano Inferior, ó bien se hallan limitados á la parte superior de la serie. Los *Chonetes y Productus* faltan totalmente. Sin embargo los *Rhynchonella* y *Lingula*, géneros que están todavía representados por especies vivas en el seno de los mares actuales eran comunes en el Océano Siluriano.

Entre los Cefalópodos se citan *Orthocerátites* de sifon muy ancho y situado en el costado, *Lituites* (fig. 492), *Bellerofon* y algunos moluscos flotantes (*Pteropodos*). Los Crustáceos se hallan abundantemente representados por los Trilobitos. Los géneros *Asaphus* (fig. 510) *Ogygia* (fig. 511) y *Trinucleus* (figs. 512 y 513) son especialmente características de las capas de esta edad, y quizá les pertenecen exclusivameute. Otros géneros muy numerosos los acompañan. Bunneister en su obra sobre la organizacion de los Trilobitos, admite que estos animales nadaban en la superficie de las aguas en los mares abiertos y cerca de las costas, alimentándose de pequeños animales marinos, y que tenian la facultad de arrollarse en bola para resistir el ataque de sus enemigos. Cree igualmente que sufrian diferentes transformaciones análogas á las de los Crustáceos que hoy viven. Barrande, autor de un admirable trabajo sobre las rocas Silurianas de Bohemia, ha confirmado la hipótesis de estas metamorfosis por observaciones que ha hecho sobre mas de veinte especies tomadas de diferentes edades, desde la salida del huevo hasta la edad adulta. Las ha estudiado desde el momento en que los crustáceos no presentaban ojos, ni cola, ni articulaciones, hasta aquel en que habian adquirido su forma completa y el número entero de sus segmentos. Las figuras 512 y 513 tomadas de la obra de Barrande representan metamorfosis del *Trinucleus* comun.

Otra roca mas inferior aun de los grupos de Llandeilo ó de Bala es un esquisto pizarroso negro, carbonoso de un espesor considerable, carga frecuentemente de sulfato de alúmina y algunas veces como en el condado de Dumfries, con lechos de antracito intercalados. Se ha creido que una gran parte de esta materia carbonosa podia ser debida á una gran acumulacion de restos de animales; en realidad el número de Graptolitas que contienen estas capas es considerable. Lyell refiere que ha recogido en Suecia y en Noruega una gran cantidad de estos mismos cuerpos en el seno de los esquistos superiores é inferiores de graptolitas del sistema siluriano. Beck asegura que en Copenhague se encontraban zoófitos fósiles pertenecientes á las *Virgularia* y *Pennatula*, géneros cuyas especies vivas habitan los sedimentos fangosos ó cenagosos. Los naturalistas mas eminentes participan de esta opinion.

Debajo de estos esquistos pizarrosos negros no se ha encontrado hasta el presente graptolita alguna; pero en las Gales del Norte y del Sur, se hallan conchas y trilobitos característicos de las rocas Silurianas Inferiores esparcidos al través de un gran espesor de lechos esquitosos que alternan con formaciones Trapeanas, y midiendo á veces en su conjunto mas de 3,000 metros. Se puede deducir de esto, que la potencia total de las capas asignadas al Siluriano Inferior, ó grupo de Llandeilo, no podria ser menor de 6,000 metros, cifra á la cual hay que añadir unos 1,500 metros de rocas silurianas superiores. Si estas enormes acumulaciones eran exclusivamente de orígen sedimentario, se podria creer, en razon á su analogía con otras porciones de la corteza sólida, que pertenecian paleontológicamente á mas de un período; en otros términos podria admitirse que la vida animal y vegetal de todo el grupo, ha experimentado durante su acumulacion cambios tan considerables como los observados entre los períodos Devoniano, Carbonífero y Permiano. Pero en los archipiélagos volcánicos, en las Canarias por ejemplo, ¿no vemos á las dos causas mas poderosas que se conocen, el agua y el fuego, producir inmensos resultados durante un trascurso de tiempo comparativamente corto? Las corrientes de lavas y las lluvias de cenizas volcánicas, la arena movediza, el polvo de escorias, las partículas de rocas, reducidas al estado de guijarros ó de arena y arrastradas hácia el mar por los torrentes, largas líneas de costa, desgastadas en su base por la accion destructora de un Océano profundo y abierto, y mas que todo esto la inyeccion de materias fundidas que ya por encima ya por debajo del nivel del mar, penetran entre las lavas frias, todas estas acciones reunidas pueden formar masas considerables de materias, en un espacio de tiempo que seria insuficiente para que se produjera cambio alguno notable en las especies. Debe sin embargo haber un límite al espesor de las masas de rocas, aun de las que se han depositado en circunstancias tan favorables, porque si juzgamos por analogía, vemos que las regiones terciarias volcánicas no ofrecen ejemplo alguno de rocas sedimentarias é ígneas que lleguen á una potencia de mas de 8,000 metros sin que la fauna haya cambiado durante toda la época de su formacion: y aun este espesor no es comparable al de 15,000 metros que mide la masa total de las rocas de los Gales. Si pues la observacion nos autoriza é extender á 7,600 metros la masa total de un sistema tal como el siluriano desde el Ludlow hasta el Llandeilo inclusive podemos esperar encontrar en la serie de las rocas que van á seguir el principio de un conjunto diferente de especies y aun de géneros fósiles. Los hechos parecen confirmar estas previsiones. Terminaremos la exposicion de las formaciones Silurianas de Inglaterra por las capas del Llandeilo, y diremos algunas palabras de sus equivalentes extranjeros.

Nos empeñariamos en una digresion muy larga si intentásemos seguir paso á paso los Silurianos Superior, Medio é Inferior en Escocia, en la region de los lagos, en el Cornwall, y en otras partes de las Islas Británicas. Para el conocimiento de estas rocas en Irlanda, el lector podrá consultar el *Report du Tyrone* de Portlock, las obras de Griffith y de Coy, así como las publicaciones de los geólogos del gobierno; nos remitimos particularmente á los recientes trabajos de Murchison.

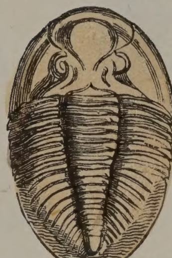
En el continente europeo el período siluriano ocupa una extensa superficie; pero hasta el presente, no ha ofrecido un gran espesor en ningun país. En Noruega y Suecia, por ejemplo, su potencia total llega apenas á 300 metros, aunque los Silurianos Superior é Inferior de Inglaterra esten allí representados, y se comprendan tambien en él algunos lechos de esquisto que existen, como veremos mas adelante, debajo del grupo Llandeilo. En Rusia, las capas silurianas parecen menos gruesas aun, y estan constituidas principalmente por los Silurianos Medio é Inferior, ó por una caliza que contiene el *Pentamerus oblongus*, bajo la cual yacen capas fosilíferas correspondientes al Llandeilo de Inglaterra. La roca mas inferior con restos orgánicos que se ha descubierto hasta el dia, es el *Gres de Ungulites* ó *Gres de Obolus* de San Petersburgo; esta roca probablemente es contemporánea del Llandeilo, y no presenta ninguna de las formas particulares que caracterizan los *Esquistos de Lingula* de las Gales, ó la *Fauna Primordial* de Bohemia, estudiada por Barrande.

Geología

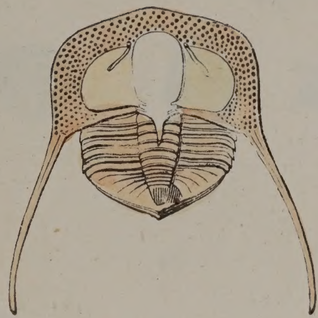
511



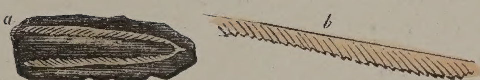
510



513



514



515



507



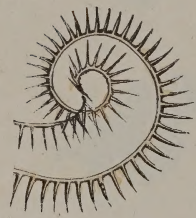
508



509



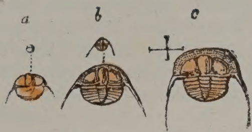
516



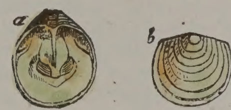
507. *Orthis iricenaria.* Nueva-Yorck.—508. *Orthis vespertilio.* Shropshire.—509. *Strophomena (Orthis) grandis.* Shropshire, Lancashire.—510. *Asaphus tyrannus* Llandeilo, Bishop's Castle. —511. *Ogygia Buchii.* Radnorshire, Cæmarthenshire.—513. *Trinucleus concentricus.* Norte de la Irlanda, Gales, Shropshire, América del Norte, Bohemia.—514. *Didymograsus (Graptolites) Murchisonii.* Gales.—515. *Didymograpsus geminus.* Suecia.—516 *Rastrites peregrinus* Escocia, Bohemia, Sajonia.

Geologia

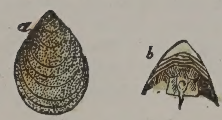
512



520



519



521



517



522



524



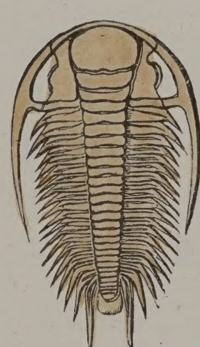
518



527



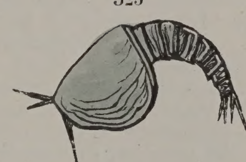
528



525



523



512. *Trinucleus concentricus*, individuos jóvenes; *a.* El mas jóven, de tamaño natural y aumentado; *b.* De un poco mas de edad, con una articulacion en el tórax; *c.* De mas edad aun, con tres articulaciones sobre el tórax.—517. *Diplograpsus folium*, Escocia y Suecia.—518. *Diplograpsus pristis.* Shropshire, Gales y Suecia.—519. *Siphonotreta unguiculata*, del gres Siluriano mas inferior, *gres de Obolus* de San Petersburgo; *a.* Exterior de la valva perforada; *b.* Interior de la misma, mostrando el fin del canal.—520. *Obolus Apollinis*, de la misma localidad; *a.* Interior de la valva ventral ó mas ancha; *b.* Exterior de la valva superior ó dorsal.—521. *Maclurea Logani*; *a.* La concha; *b.* Su opérculo.—522. *Murchisonia gracilis.* Fósil característico de la caliza de Trenton. —524. *Lingula Davisii*; *a.* Mitad del tamaño natural; *b.* Torcida por la exfoliacion —525. *Olenus micrurus;* mitad del tamaño natural.—523. *Hymenocaris vermicauda*; mitad del tamaño natural.—527. *Oldhamia antiqua.* Irlanda.—528. *Paradoxides Bohemicus;* un tercio del tamaño natural. *Capas Silurianas inferiores* de Gi netz en Bohemia.

Los Esquistos y Gres de las cercanías de San Petersburgo contienen en sus capas arenosas granos verdes y presentan un estado de conservacion notable respecto á su elevada antigüedad. Los Braquiópodos dominantes son el *Obolus* ó *Ungulites* de Pander, y un *Siphonotreta* (figs. 519 y 520). Estos dos géneros han sido descubiertos recientemente en la Caliza de Dudley.

Entre los granos verdes de estas capas arenosas, Ehrenberg ha hallado recientemente (en 1854) restos de foraminíferos que consistian en moldes de celdillas; entre cinco ó seis formas, tres segun él, se referian á los géneros actuales *Textularia*, *Rotalia* y *Guttulina*.

CAPAS SILURIANAS DE LOS ESTADOS-UNIDOS.

La posicion de algunas de estas capas, plegadas y muy inclinadas, en la cordillera de los Apalaches, ó casi horizontales al Oeste de esta cordillera, está representada en el corte (fig. 505); pero se la puede estudiar con mucha mas ventaja al Norte de la misma línea del corte en los Estados de Nueva-York, del Ohio, y en otros paises, al Norte y al Sur de los grandes lagos del Canadá. En estas comarcas, lo mismo que en Rusia, las capas son casi horizontales y se manifiestan mas ricas en fósiles bien conservados que en ningun otro país de Europa. En el estado de Nueva-York, donde su sucesion y los fósiles que contienen han sido estudiados con mucho cuidado por los geólogos del gobierno, se han adoptado las subdivisiones de la primera columna de la tabla siguiente:

Sub-divisiones de las capas silurianas de Nueva York, (capas inferiores, ó Gres de Orikany).

NOMBRES DADOS EN NUEVA-YORK.	EQUIVALENTES INGLESES.
1. Caliza de Pentámeros Superior.	Siluriano Superior (ó formaciones de Ludlow y de Wenlock).
2. — de Encrinos.	
3. — esquistosa de Delthyris.	
4. — de Pentámeros.	
5. — de Tentaculitas.	
6. Grupo salífero de Onondaga.	
7. — del Niagara.	Siluriano Medio (ó Gres de Caradoc).
8. — de Clinton.	
9. Gres de Medina.	
10. Conglomerato de Oneida.	
11. Gres gris.	
12. Grupo de la bahía de Hudson.	Siluriano Inferior (ó capas de Llandeilo).
13. Pizarra de Utica.	
14. Caliza de Trenton.	
15. — de Black-River.	
16. — de Bird's-Eye.	
17. — de Chazy.	
18. Gres calcífero.	
19. — de Potsdam.	Cambriano (ó lechos de Lingulas mas antiguos que el Llandeilo).

Hemos expresado en la segunda columna, los equivalentes supuestos de Inglaterra. Verneuil, Sharpes, Hall y todos los paleontólogos europeos ó americanos admiten una correspondencia general muy marcada en la sucesion de las formas fósiles y aun de las especies, desde las capas superiores hasta las últimas en el órden descendente; pero es imposible establecer el paralelismo para cada subdivision. En cuanto á las tres cuestiones que siguen, las opiniones estan un poco divididas.

1.ª ¿La Caliza del Niagara, núm. 7, sobre la cual se precipita el rio del mismo nombre en la catarata, y los esquistos que se encuentran debajo, corresponden á la caliza ó al esquisto de Wanlok de Inglaterra? Entre las especies que se encuentran en esta formacion en America y en Europa, se hallan los *Calymene Blumenbachii*, *Homalonotus delphinocephalus* (figura 502), asi como otros varios trilobitos; las *Rhynchonella Wilsoni* y *R. cuneata*, *Orthis elengatula*, *Pentamerus galeatus* y otros diferentes braquiópodos; el *Orthoceras annulatum* como Cefalópodos, y la *Favosites gothlandica*, con otros grandes corales.

2.ª ¿El grupo de Clinton, núm. 8, que contiene el *Pentamerus oblongus* y el *P. lævis*, y se aproxima mucho mas por sus especies fósiles á las capas que le cubren que á las que le sostienen? ¿Es equivalente del Siluriano Medio tal como le hemos establecido anteriormente?

3.ª El grupo de Hudson-River, núm 12, y la caliza de Trenton, núm. 14, concuerdan paleontológicamente con los Llandeilo Flags, conteniendo como ellos algunas especies de trilobitos, y fósiles idénticos, tales como el *Asaphus* (*Isotelus*) *gigas*, *Trinucleus concentricus* (fig. 513), asi como diversas conchas: *Orthis striatula*, *Orthis biforata* (ú *O. lynx*), *O. porcata* (*O. occidentalis* de Hall) *Belerophon bilobatus*, etc.?

En su relacion sobre los moluscos que Lyell ha recogido en el seno de las capas de la América del Norte, Sharpe opina que el número de las especies comunes á los dos lados del Atlántico varia entre 30 y 40 por 100. Este resultado, aunque un exámen mas profundo deba sin duda alguna modificarle mas tarde, prueba sin embargo que un gran número de especies se hallan abundantemente distribuidas segun la extension. Un número comparativamente poco considerable de gasterópodos y de bivalbos lamelibranquios del Norte de América parece susceptible de identificacion específica con los fósiles de Europa, mientras que mas de las dos quintas partes de los braquiópodos de que se compone principalmente la coleccion de Lyell, no presentan diferencias sensibles. Se puede recordar para explicar el hecho, que los braquiópodos recientes (especialmente los del tipo de los *Orthis*) viven en las aguas profundas, y que han debido extenderse sobre una superficie mas vasta que los que habitan cerca de las orillas. El predominio de los moluscos bivalvos de esta clase particular ha hecho dar algunas veces al período siluriano el nombre de *edad de los braquiópodos*.

Las capas calizas, núms. 15, 16, 17 y 18, que estan debajo de la caliza de Trenton, han sido clasificadas por Verneuil en el Siluriano Inferior; contienen en efecto, ciertas especies, tales como el *Asaphus* (*Isotelus*) *gigas*, *Illænus crassicando* y *Orthoceras bilineatum* que estan esparcidas igualmente en la Caliza de Trenton sobrepuesta. Pero, segun Hall, la identificacion del *Illænus* seria el resultado de un error á que este geólogo confiesa haber contribuido él mismo, y estas capas inferiores contendrian, dice, un conjunto muy distinto de especies de las cuales tres ó cuatro solamente entre ochenta y tres, pasarian á las formaciones superiores.

Como quiera que esto sea, la Caliza de Black River, número 15, contiene ciertas formas de *Orthoceras* de dimensiones enormes (algunas llegan de 2 metros á 2,m75 de longitud) pertenecientes á los subgéneros *Ormoceras* y *Endoceras* y que parecen representar el Siluriano Inferior, ó Caliza de Orthoceras de Suecia. Ademas el aspecto general de la fauna de todas estas capas se semeja esencialmente.

Otro medio de llevar la comparacion de las capas del Llandeilo europeo tan bajo como el gres calizo, nos ha sido proporcionado por las investigaciones de Logan en el Canadá y el estudio que Salter ha hecho de los fósiles recogidos por el geólogo del Estado en el Canadá, cerca de la extremidad Sudoeste del rio de Ottawa. En esta última localidad, una masa caliza contiene especies comunes á todas las capas com-

prendidas entre el Gres Calcífero, núm. 18, y la caliza de Trenton, núm. 14. El *Asaphus gigas*, y otra especie bien conocida de Trenton se encuentran en ella mezcladas con la *Maclurea* (*Euomphalus* de la izquierda, fig. 521), género característico de la Caliza de Chacy, ó núm. 17. Se encuentra tambien otra especie de la Caliza de Trenton, la *Murchisonia gracilis* (fig. 522). Una de las conchas mas comunes es el *Raphistoma* (*Euomphalus*) *uniangulatum*, Hall, especie característica del Gres Calcífero mismo en Nueva-Yorck.

En el Canadá lo mismo que en el Estado de Nueva-Yorck, el Gres de Potsdam yace debajo de estas rocas calizas, pero contiene una serie diferente de fósiles. Se han reconocido capas silurianas en puntos del globo aun mas apartadas de la Europa, por ejemplo en la América del Sur, en Australia y recientemente en la India. Por todas partes los tipos de la vida orgánica permiten señalar á las rocas un orígen contemporáneo, pero las especies fósiles son diferentes y demuestran el poco fundamento de la antigua hipótesis que admitia en el seno de los mares primordiales la difusion universal de una fauna específica uniforme; provincias geográficas distintas han existido evidentemente en los tiempos mas antiguos como en los mas modernos.

¿Las rocas silurianas han sido formadas en una agua profunda? Forbes admite que la mayor parte de la fauna siluriana indica un mar profundo de mas de 130 metros. Sus argumentos son, primero, el pequeño tamaño del mayor número de los Conchíferos; en seguida, la rareza de los Pectinibranquios (univalvos espirales); despues la abundancia de los moluscos flotantes, tales como el *Bellerophon*, *Orthoceras*, etc., y la de los Braquiópodos del tipo *Orthis*; finalmente, la ausencia ó grande escasez de los peces fósiles.

Se sabe perfectamente hoy dia, que ciertas Terebrátulas que viven en la costa de Australia, no se apartan de las aguas bajas, pero todas las especies conocidas, cuya forma se aproxima al *Orthis* extinguido, no se encuentran mas que en las profundidades del mar. Es preciso observar tambien que Forbes, al emitir su opinion, no ignoraba la existencia de antiguas playas alrededor del mar Siluriano, en el Sheropshire, y la presencia de especies litorales de esta antigua fecha en el hemisferio septentrional. Estos hechos no contradicen su teoría, porque ha demostrado que, en la costa de Lycia, capas de mar profundo estaban aun en nuestros dias en via de formacion cerca de una tierra elevada y escarpada.

Si hubiésemos descubierto un antiguo delta y algun ancho rio siluriano, tendríamos sin duda un conocimiento mas positivo de los animales que habitan aguas poco profundas, salobres ó fluviátiles, y al mismo tiempo de la flora terrestre del período objeto de la cuestion. Sostener que no ha habido delta en la region siluriana entera, seria, por nuestra parte, una hipótesis enteramente gratuita; esto es absolutamente lo mismo que si los habitantes de las islas Madrepóricas del Pacífico, pretendieran hacer extensivas las condiciones de dichas islas á la condicion actual de la superficie total del globo.

GRUPO CAMBRIANO.

CAMBRIANO SUPERIOR. Réstanos estudiar ahora las capas fosilíferas inferiores al Llandeilo; forman, como hemos visto, la base de la gran serie siluriana. Apoyándose en la autoridad de Salter, Murchison ha dado una lista de noventa y seis especies fósiles, examinadas ya por él, ya por Coy, y que son comunes á las capas silurianas superiores é inferiores, ó en otros términos, que se encuentran á la vez en las capas del Wenlock ó del Ludlow y en la formacion del Llandeilo. Esparcidas así en el seno de los grupos superior é inferior, estas especies demuestran, que independientemente del lazo facilitado por el Caradoc ó Siluriano Medio, existe una relacion tal entre las dos divisiones principales, que es natural asignar el todo á un mismo y gran período. Querer, pues, dar un nuevo nombre á las capas de Llandeilo, y asignarlas, por ejemplo, el de *Cambriano*, como han hecho recientemente algunos geólogos, es violar todas las reglas ordinarias de la clasificacion é introducir la confusion en una nomenclatura adoptada ya hace mucho tiempo, deducida ademas, de principios paleontológicos perfectamente establecidos.

En el Shropshire, region clásica que ha dado á Murchison el primer tipo del grupo siluriano, las formaciones inferiores al Llandeilo consisten en rocas cuarzosas desprovistas de fósiles, ó que apenas presentan otros indicios orgánicos que oscuros fucoides. En la Gales del Norte, por bajo de la Caliza de Bala, grupo que representa el equivalente de las pizarras de Llandeilo, Sedgwick ha descubierto un vasto espesor de rocas sedimentarias y volcánicas, cuyos caracteres litológicos y circunstancias físicas ha estudiado detenidamente dividiéndolas despues en varias formaciones muy distintas. Tomadas en conjunto, estas rocas constituyen la parte principal de las capas á las que ha dado el nombre de *Cambriano*. Parecen desprovistas de caliza; pero en un grupo de gres micáceos, Davis ha recogido en 1846, una *Lingula*, y de esta circunstancia procede el nombre de *pizarras de lingulas*. En estas pizarras que miden de 400 á 600 metros de potencia, se han encontrado mas tarde un gran número de otros fósiles, que diferian, en cuanto á las especies, de los de las capas del Llandeilo. Entre estos fósiles se hallan Trilobitos, *Agnostus* y *Conocephalus* (véase para el género la fig. 429), y algunos raros Braquiópodos, así como Briozoarios que no han sido publicados aun por los geólogos del Estado. En los Esquistos Negros Inferiores de la Gales del Norte, se cita un Tribolito llamado *Paradoxides* (fig. 528), forma aun mas característica de esta época; existe tambien otro Trilobito del género *Olenus* (fig. 525) y un Crustáceo Fillópodo (fig. 523).

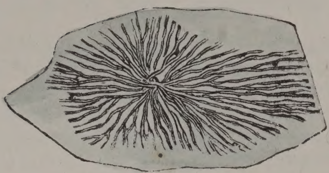
Entre la Caliza de Bala y las Lingula-Flags existe, como hemos visto ya, una serie de capas de 3,350 metros de espesor, en las cuales se encuentran *Graptolites* y ciertas especies de *Asaphus*, *Calymene* y *Ogygia*. Estas capas, al menos hasta el presente, parecen referirse á la serie siluriana, pero no se puede aun establecer una demarcacion exacta entre ellas y las Lingula Flags.

Hemos observado tambien que la fauna fósil, cualquiera que ella sea, que se llegará á descubrir ulteriormente en el seno de las capas cambrianas, consistirá esencialmente en especies y aun en géneros completamente distintos. En efecto, aunque los períodos geológicos se hallen muy lejos de tener un valor igual relativamente al tiempo; y las líneas de demarcacion puedan ser muchas veces un poco arbitrarias, no hemos observado aun en ningun punto del globo, una sucesion de rocas que presente un espesor de 13,700 metros (aun suponiendo la masa formada en parte de materias volcánicas) sin referirla á un período bien caracterizado por una fauna particular.

La formacion que viene debajo de la Caliza de Bala y de los lechos de gres que le estan asociados en la Gales del Norte, comprende ciertas capas de mas de 2,000 metros de potencia, llamadas esquistos y pórfidos de Arenig. Mas abajo se encuentran en un espesor de 300 metros, los Esquistos de Tremadoc; en fin, los Lingula Flags, ya descritos, y que miden mas de 450 metros. De acuerdo con Salter, Lyell ha clasificado provisionalmente este conjunto en el grupo Cambriano Superior.

Geologia.

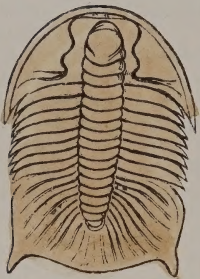
526



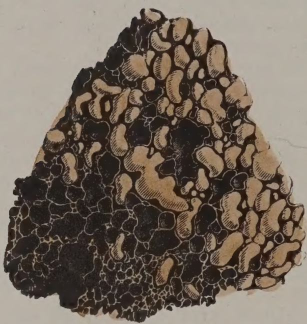
532



533



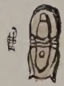
536



535



531



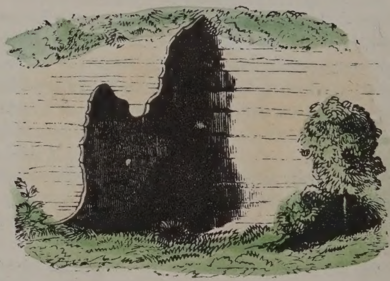
530



534



537



526. *Oldhamia radiata*; Irlanda.—530. *Agnostus Integer*; tamaño natural y aumentado.—531. *Agnostus rex*; tamaño natural.—532. *Sao hirsuta*, en sus diferentes edades. Las líneas de debajo de las figuras, indican los tamaños naturales. En los mas jóvenes *a*, no se ve todavía ningun segmento; á medida que se adelanta la metamorfosis, *b*, *c*, los segmentos del cuerpo empiezan á desarrollarse; á la edad indicada en *d* aparecen los ojos; *e*, representa el completo desarrollo.—533. *Dikelocephalus minerotensis*. Gran crustáceo del grupo de los Olenoides. Grés de Potsdam.—534. Parte de la cordillera de volcanes apagados llamada Monts Dome, en Auvernia.—535. Pórfido. Cristales blancos de feldspato en una pasta negra de hornblenda y feldspato.—536. Lava escoriácea en parte convertida en amigdaloide.—537. Dique en el valle cerca de Brazen Head en la Isla de la Madera

554



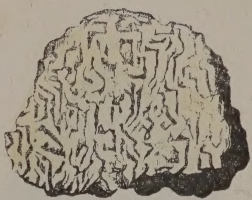
543



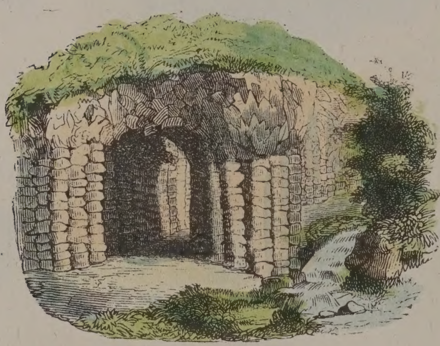
556



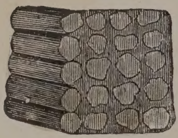
557



542



540



529



547



529. *Conocephalus striatus*; mitad del tamaño natural.—540. Pequeña porcion del dique representado en la fig. 539.—542. Pilares basálticos del Kasegrotte, en el camino de Tréveris á Coblentza; la altura de la gruta es de 2 metros á 2 m,45.—543. Retinita globiforme, de la isla de Ponza.—547. Perfil de la isla de San Pablo, por la parte N. E.—554. Masas graníticas en Cornwall.—556. Granito gráfico; corte paralelo á las láminas.—557. Granito gráfico; corte perpendicular á las láminas.

Cambriano Inferior. Á los Lingula Flags sucede, descendiendo, otra serie que Sedgwick ha denominado el Grupo de Bangor; comprende: primero los Harlech Grits de 150 metros de espesor, y los Llanberis Slates de 300 metros. Hasta el presente estas formaciones no han ofrecido en la Gales del Norte ningun resto orgánico; pero en Irlanda, exactamente frente de Anglesea y de Caernarvon, rocas del mismo carácter mineralógico que el Grupo de Bangor, y que ocupando el mismo lugar en la serie geológica, han presentado dos especies de un zoófito, al que Forbes ha dado el nombre de *Oldhamia* (fig. 526 y 527). La posicion de estas rocas ha sido fijada por los geólogos del gobierno inglés y confirmada por Murchison, de manera que hoy existen reliquias auténticas de los cuerpos organizados conocidos mas antiguos. Sin embargo, no estamos aun en estado de saber si estos fósiles pertenecen á la fauna de las Lingula Flags ó á alguna otra mas antigua, y daremos provisionalmente el nombre de Cambriano Inferior á las capas que les contienen.

Bohemia. En su admirable monografía de las rocas paleozóicas de la Bohemia, Barrande nos ha hecho conocer con todas sus particularidades, las que él llama *Esquistos Protozóicos*. Estas rocas llegan á un espesor de cerca de 400 metros, y yacen en la base de todo el grupo siluriano, tal como lo entiende este geólogo. Los esquistos no estan acompañados de ninguna caliza, y Barrande los considera como contemporáneos de las *Lingula Flags* de la Gales del Norte. La *Fauna Primordial* que caracteriza el terreno, no ha dado aun sino muy raros fósiles. Fuera de los Trilobitos, los únicos restos bien comprobados son un Pteropodo, algunas Cystideas y un *Orthis*; todas las especies son nuevas y exclusivas de este país En cuanto á los trilobitos son particulares aun en cuanto á los géneros á excepcion de uno solo (*Agnostus*, figs. 530 y 531). Estos géneros son el *Paradoxides* (fig. 528), del cual no se cuentan menos de doce especies, los *Conocephalus* (fig. 529), *Ellipsocephalus*, *Sao* (fig. 532), *Arionellus* é *Hydrocephalus*. Todos tienen una fisonomía que les es propia, y que debe atribuirse á la multiplicidad de sus segmentos torácicos, asi como á la disminucion de su escudo caudal ó pygidium.

Si las especies de Bohemia han diferido hasta el presente de las especies conocidas de Inglaterra, es preciso atribuirlo principalmente al número muy pequeño de estas últimas, ó quizá á la influencia de causas geográficas. De cualquier modo que sea, este hecho parece confirmar la hipótesis de una *zona primordial* caracterizada por fósiles distintos de los del Llandeilo, ó grupo siluriano inferior; porque las otras dos formaciones silurianas mas elevadas en la serie adoptada por Barrande, tienen cada una varias especies que se encuentran tambien en las subdivisiones sucesivas de la serie inglesa.

Uno de los trilobitos *primordiales* del género *Sao*, forma que no se ha encontrado aun hasta el presente, en ningun otro punto del globo, ha dado á Barrande un magnífico ejemplo de las metamorfosis de estos animales, que ha pódido seguir en mas de veinte épocas sucesivas de su desarrollo. Se han representado en las figuras anteriores algunas de estas transformaciones. El lector podrá asi tomar una idea de la manera gradual con que aparecen los diferentes segmentos del cuerpo y los ojos. Cuando se reflexiona en el estado ordinariamente alterado y cristalino de las rocas de esta edad, y en la falta de fósiles que se observa en ellas en la mayor parte de la Gales del Norte de la Irlanda y del Shropshire, cuando por otra parte se ve que el estudio de las capas de Bohemia ofrece el conocimiento de los menores detalles relativos á la historia natural de estos Crustáceos, se experimenta admiracion y se concibe una legítima esperanza de que los geólogos podran un dia hacer descubrimientos acerca de la condicion del planeta y de sus habitantes en épocas muy anteriores á la del Cambriano; porque los puntos del globo que han sido sometidos á un exámen tan profundo como la Gales del Norte y la Bohemia, son insignificantes respecto á los que estan por conocer. Cada dia, especialmente en los Estados-Unidos y en el Canadá se descubren nuevas localidades donde se pueden estudiar capas tan antiguas ó mas antiguas que los *esquistos primordiales*.

Suecia y Noruega. Los Lingula Flags de la Gales del Norte, y los *esquistos primordiales* de Bohemia, estan representados en Suecia; los fósiles han sido descritos por Angelin en su *Palæontológica Suecica* (en 1852 y 1854). Los *esquistos aluminíferos*, que reposan sobre un gres de fucoides, contienen trilobitos, géneros de los *Paradoxides*, *Olenus*, *Agnostus* y otros; alguno de estos géneros, el último mencionado por ejemplo, presenta formas rudimentarias y los segmentos del cuerpo poco desarrollados, estan desprovistos de ojos; en otros, como el *Paradoxides*, los segmentos son extremadamente multiplicados. Estas particularidades concuerdan con los caracteres de los crustáceos que se encuentran en las capas del Cambriano Superior.

Estados-Unidos y Canadá. Ya hemos establecido la posicion relativa del Gres de Potsdam, que por mucho tiempo ha sido considerado como la formacion fosilífera mas inferior conocida en los Estados-Unidos y en el Canadá. Se le ha observado en las riberas del San Lorenzo y en las orillas del lago Champlain; en ciertas localidades, en Keesville, por ejemplo, este gres es cuarzoso de granos finos y pasa casi á una verdadera cuarzita. Se divide en capas horizontales de superficies onduladas completamente semejantes á las de las pizarras de lingulas de Inglaterra, y llenas de una pequeña Lingula de forma redonda, tan abundante que la roca se divide por planos paralelos, absolutamente como ciertos gres micáceos. Esta formacion tiene 215 metros de potencia en el Canadá; la porcion inferior es un conglomerato con cantos rodados de cuarzo; la porcion superior es un gres de fucoides, horadado por agujeros pequeños verticales muy característicos y que parecen haber sido producidos por arnelidos (*Scolithus linealis*).

A orillas del San Lorenzo, cerca de Beauharnais y en otras partes tambien, se observan en la superficie de los lechos ondulados en que este no está encajenado, numerosas impresiones fósiles indicadas por primera vez en 1847, por Abraham de Montreal, y que se suponen producidas por tortugas; pero habiendo Logan enviado á Londres algunas placas, varias de las cuales presentaban huella en relieve, Owen las examinó y ha creido deber desechar las determinaciones anteriores. Para este sabio las impresiones no pertenecian ni á quelonios, ni á ningun animal de la ramificacion de los vertebrados. Se inclina á creer que son debidas á algunas especies diferentes de un animal articulado, probablemente vecino del *Cangrejo Real* ó Limula. Entre las dos líneas de impresiones corre una especie de surco intermedio que el profesor supone haber sido trazado por un apéndice caudal mas bien que por una porcion saliente del tronco. Algunos de los individuos parecen haber tenido tres y otros cuatro pares de miembros conformados para andar. La distancia transversal de las dos líneas varía de 10 á 13 centímetros, lo cual indica un animal de talla muy superior á la de todos los individuos descubiertos hasta el presente en rocas tan antiguas. Este ejemplo nos previene contra el peligro de sacar consecuencias demasiado absolutas de hechos puramente negativos, respecto á la extremada pobreza de la fauna de los mares primordiales.

Segun Logan, las capas del Siluriano Inferior y el Gres de Potsdam, en el Canadá, reposan en estratificacion discordante sobre una serie aun mas antigua de rocas acuosas, la cual, añade este geólogo, podria

ser el Cambriano (Cambriano Inferior ó quizá una formacion mas antigua); esta serie comprende conglomeratos y lechos calizos que encierran nódulos abundantes de fosfato de cal. Para asignar á estas rocas torcidas un orígen acuoso, Logan se funda en la presencia de cantos rodados de cuarzo en los conglomeratos. Esta serie antigua, comprendiendo en ella las masas ígneas que le estan asociadas, llega en el distrito del lago Huron, á un espesor de mas de 3,000 metros y encierra las capas cupríferas de esta parte del Canadá. Debajo vuelve á aparecer el gneiss, cuyas capas contienen mármoles y cristales grandes y pequeños de fosfato de cal. Este fosfato, segun dice Logan, ha tenido quizá alguna relacion con la vida en estas rocas antiguas.

Valle del Mississipi Superior. Dale Owen ha publicado recientemente en su descripcion del Wisconsin (1852) un bosquejo gráfico de las rocas sedimentarias que se encuentran á la orilla de la parte alta del Mississipi y que yacen en la base de toda la serie siluriana. Estas rocas tienen algunos centenares de metros de espesor, la mayor parte se parecen al Gres de Potsdam, pero los depósitos superiores contienen fajas intercaladas de caliza magnesiana, y los inferiores á algunos lechos arcillosos. En el número de las conchas que encierran se citan especies de *Lingula* y de *Orthis* y varios Trilobitos del nuevo género *Dikelocephalus* (fig. 533). Estas rocas que se encuentran en el Iowa, el Wisconsin y el Minnesota, parecen destinadas á ilustrarnos mas adelante acerca del estado de la vida orgánica durante el período cambriano. Hemos citado ya seis capas que contenian tribolitos y estaban separadas por hiladas de 3 á 45 metros de potencia.

Relacion entre las faunas siluriana y cambriana. Parece evidente que existen grandes relaciones entre las faunas del Cambriano y del Siluriano Inferior, aunque casi todas las especies sean distintas; pero estas relaciones no pueden ser mas estrechas que las que existen entre el Siluriano Inferior y el Devoniano. Este aserto se funda en los hechos siguientes: en Bohemia la fauna cambriana ó primordial de Barrande es la mejor desarrollada; se compone principalmente de trilobitos, ahora bien, mas de dos terceras partes de los géneros de este órden, y todas las especies (mas de veinte) son con una sola excepcion (el *Agnostus pisiformis*) diferentes de las formas del Siluriano. Barrante hace notar que de treinta y nueve géneros silurianos de trilobitos, mas de once pasan al Devoniano. Si no hubiera, pues, trilobitos en este último terreno, las relaciones genéricas parecerian mas estrechas entre la fauna del Siluriano y la del Devoniano que entre la del Siluriano y la del Cambriano, ademas aunque las rocas de Inglaterra pertenecientes á esta época no sean perfectamente conocidas en sus detalles, las especies que contienen por lo menos parecen muy distintas. Lo mismo sucede respecto á los fósiles de las capas de Suecia como hemos visto á los de las de América.

Por consiguiente la fauna de este período posee un carácter particular que parece conducirnos á un punto mas remoto en la historia de la vida órgánica.

PERÍODO SUPUESTO DE ANIMALES INVERTEBRADOS.

Hemos visto que en la parte superior del sistema Siluriano existia cerca de Ludlow un lecho de osamentas y que este lecho abundaba en restos de peces, de los cuales algunos eran muy elevados en organizacion y podian referirse al género *Onchus*. Murchison ha dado á conocer estos Ictiolitos y los ha considerado como los seres mas antiguos de su clase. En su nueva obra titulada *Siluria*, este sabio sostiene su primera opinion y observa que las activas investigaciones de los últimos catorce años en Europa y en América no han podido modificar esta generalizacion; se puede considerar, añade, el sistema Siluriano como representante de un largo período primitivo, durante el cual no ha vivido ningun animal vertebrado.

Es un hecho ciertamente muy digno de interés, el que hasta hoy no se haya citado aun resto alguno de peces en ninguna capa mas antigua que la base del Ludlow Superior. Cuando se reflexiona sobre el número de Moluscos, Equinodermos, Corales, Tribolitos y otros fósiles que se han obtenido ya de las capas silurianas inferiores al Ludlow, se pregunta cómo en el seno de estas capas que han sido estudiadas con tanto cuidado y en una extension tan vasta cual ninguna otra serie de formaciones fosilíferas, no se han encontrado algunas Ictiolitas. Sin embargo cualquiera que sea el valor de este hecho, estamos en el derecho de no admitir sin vacilacion que el globo, despues de haber sido habitado desde hace mucho tiempo por todas las grandes clases de invertebrados, haya quedado totalmente desprovisto de animales Vertebrados. Recordemos primero que no se han descubierto ni insectos ni conchas terrestres, ni moluscos pulmonados de agua dulce, ni crustáceos terrestres, ni plantas (excepto fucoides) en las rocas inferiores al Siluriano Superior. Pero se explica la ausencia de estos diversos animales, suponiendo que todos los depósitos conocidos de esta época habrian sido formados en el seno de mares apartados de las tierras ó bien muy lejos de la influencia de los rios. En algunos puntos como en la Gales del Norte y en la America Septentrional, se han encontrado, es verdad, ciertos depósitos de agua baja ó aun de riberas, pero se puede decir de una manera general que los depósitos silurianos conocidos hasta hoy, han presentado sin excepcion un carácter marino mas que ninguna otra formacion de importancia comparable.

Un hecho curioso, y que no es quizá simplemente una coincidencia casual, es que la capa única donde se hayan demostrado restos de plantas terrestres, es tambien la única en que se hayan encontrado osamentas de peces. Los lechos de osamentas en general, por ejemplo, el del Lias cerca de Bristol, los del Trias cerca de Stuttgard, de la Caliza Carbonífera de los alrededores de Bristol y de Armagh, en fin el del Ludlow Superior, contienen dientes y huesos completamente redondeados y que indican un largo transporte. La asociacion de esporos de Licopodiáceas á los huesos de peces del Ludlow, demuestra que las plantas han sido arrancadas por las aguas de alguna tierra firme que existia entonces, transportadas despues y amontonadas confusamente con las osamentas en un receptáculo sub-marino. Mas habitualmente, sin embargo, el Ludlow Superior, como el Siluriano Inferior, se halla desprovisto de plantas asi como de Ictiolitos.

Se ha supuesto que los Cefalopodos durante el período Siluriano, habian sido bastante abundantes para suplir á la formacion de los peces; responderemos que estas dos clases existen, sin embargo, á la vez en el Siluriano Superior que habitaron juntos los mares Carbonífero y Liásico, como se los ve hoy todavía en diferentes partes del Océano. Confesemos tambien que todavía ignoramos demasiado respecto á la distribucion de los huesos, de los dientes, ó de los cadáveres de peces en el fondo del Océano actual, para tener el derecho de dar como base de algunas teorías la ausencia de esta clase de restos en grandes extensiones en las épocas primitivas.

Los naturalistas que en nuestros dias han explorado el lecho del mar, nos enseñan que en general los restos de vertebrados son en él tan raros como en el suelo de un bosque donde miliares de mamíferos y reptiles han vivido muchos siglos. En el estío de 1850, Forbes y Andrew han reconocido el fondo de los mares Británicos desde la isla de Portland hasta el Land's End en el Cornwall, y desde allí hasta las Shetland, recogiendo y clasificando los cuerpos orgánicos. La lista de las especies de Invertebrados Radiados, Moluscos ó Arti-

culados, marinos, que extrajeron de este modo, es considerable, y el número de individuos enorme; pero los únicos ejemplos de animales vertebrados han sido algunos huesos de la oreja y dos ó tres vértebras de peces; entre todo seis ejemplares.

Un hecho mas extraordinario aun ha sido observado por Andrew. Este naturalista, que ha hecho pasar la barredera por los grandes *Ling Banks*, bancos submarinos frecuentados por el bacalao, en las islas Shetland, no ha sacado de estas clases de fondos un solo hueso ó diente de pez, aunque haya algunas veces extraido del limo peces vivos. Este es quizá uno de los hechos mas singulares de que hay noticia porque nadie ignora que en ciertos parajes, el fondo de los mismos mares del Norte está cubierto de huesos de peces recientes. Lyell refiere en los *Principios de Geologia*, el descubrimiento de dos lechos de osamentas por los hidrógrafos ingleses, uno en el mar de Irlanda, y otro en el mar inmediato á las islas de Feroe, el primero de 3 kilómetros y el segundo de 5 y ½ de longitud. En todas partes, en aquellos parajes, el plomo ha sacado vértebras de peces, de profundidades que variaban de 80 á 430 metros. Estos lechos de osamentas pueden compararse á los lechos análogos del Ludlow Superior, y en nuestros dias como en la época siluriana, en el fondo del Océano existen otras extensas superficies donde no se encuentran osamentas ni en el limo, ni en la arena.

Ha podido suceder, por extraño que parezca el hecho, que los peces no hayan dejado tras de sí testimonio alguno de su presencia en los lugares que han frecuentado libremente, y que por otra parte, las corrientes hayan arrastrado sus osamentas en gran número hácia regiones enteramente desprovistas de peces vivos. Tal estado de cosas hubiera sido de todo punto análogo al que existe en nuestros dias en las tierras habitables, donde los esqueletos de cuadrúpedos, de aves, y de reptiles terrestres, en lugar de acumularse en el suelo despues de la muerte del animal, al menos en sus partes mas sólidas, no tardan en ser trituradas por el diente de las bestias feroces, ó sufren la ley de la descomposicion química; y si, en una edad futura, un geólogo quisiera volver á encontrar testimonios de su primitiva existencia, deberia buscarlos en otros puntos distintos de aquellos donde estos seres han vivido. Tendria que explorar los lugares que las aguas cubrieren entonces, y aquellos donde las osamentas y esqueletos habrian sido probablemente arrastrados por las inundaciones y sepultados para siempre en el seno de los sedimentos.

En la tabla siguiente se han reunido las fechas de los descubrimientos principales de las diferentes clases de animales en las antiguas rocas; el lector comprenderá asi á un simple golpe de vista la marcha gradual de nuestros progresos en el descubrimiento de los animales vertebrados en el seno de las formaciones mas y mas remotas hácia el pasado; aprenderá á no considerar el estado actual de nuestros conocimientos como la última expresion de la ciencia relativamente á las fechas de creacion de cada una de las clases de cuerpos animados.

Fechas de los descubrimientos relativos á la aparicion de cada una de las clases de vertebrados fósiles, demostrando los progresos sucesivos que han sido hechos en este género de investigaciones y la existencia de los fósiles en las rocas mas y mas antiguas.

	AÑOS.	FORMACIONES.	LOCALIDADES.
Mamíferos.	1798.	Eoceno Medio.	París (yeso de Montmartre).
	1818.	Oolita Inferior.	Stonesfield.
	1847.	Trias Superior.	Sttutgard.
Aves.	1782.	Eoceno Medio.	París (yeso de Montmartre).
	1839.	Eoceno Inferior.	Londres (arcilla de Sheppey).
Reptiles.	1710.	Permiano (ó zechstein).	Turingia.
	1844.	Carbonífero.	Saarbruck, cerca de Tréveris.
	1852.	Devoniano Superior.	Elgin.
Peces.	1709.	Permiano (ó kupfer-schiefer).	Turingia.
	1793.	Carbonífero (Caliza de Montaña).	Glasgow.
	1828.	Devoniano.	Caithness.
	1840.	Siluriano Superior.	Ludlow.

Muchos escritores viven aun, que antes del año 1844, negaban la existencia de los reptiles antes de la era Permiana. Sin embargo, en menos de diez años, han podido ver la época mas antigua conocida de la creacion de esta clase de vertebrados retroceder sucesivamente: primero, hasta el período carbonífero, despues hasta el devoniano superior. Antes del año 1818 se creia generalmente que el *Palæotherium* del Yeso de París, y sus asociados representaban los primeros cuadrúpedos de sangre caliente que hubieran aparecido sobre la tierra. Esta idea se habia arraigado tan profundamente en el ánimo de la mayor parte de los naturalistas, que el descubrimiento de los Mamíferos de Stonesfield fue ineficaz para debilitarla.

Primero se negó á la roca su antigüedad, á los restos su carácter de mamíferos. Y aun mucho tiempo despues que toda controversia hubiera cesado en este asunto, no se apreciaba la verdadera importancia del nuevo hecho, en cuanto á la doctrina del desarrollo progresivo.

Es evidente que las dos ó tres primeras especies que se encuentran en un país ó en rocas de una época no determinada, no pueden considerarse como tipos ó como términos de comparacion para valuar el grado de organizacion de una fauna terrestre, antigua ó moderna. Supongamos que las dos ó tres especies oolíticas en un principio conocidas fuesen realmente todas de Marsupiales, como se ha creido sin razon durante cierto tiempo, el hecho era suficiente para autorizar á concluir, con ciertos geólogos, que las tribus de animales de placenta no habian sido aun creadas. Del mismo modo, porque los diversos monodelfos recientemente hallados en Stonesfield se haya visto que son animales de corta talla pertenecientes á la tribu de los insectívoros, no tenemos derecho para deducir que la fauna oolítica ocupe en la escala general de organiza-

cion, un lugar tan poco elevado como el asignado á los insectívoros en la fauna actual. Los descubrimientos, de que aquí se trata, nos demuestran cuál es la verdadera importancia de los hechos negativos respecto á la apreciacion de ciertas cuestiones. Todo zoólogo admitirá que entre la primera creacion y la extincion final de cada uno de los cinco mamíferos oolíticos conocidos hoy, hubo un gran número de generaciones sucesivas; y si la reparticion geográfica de cada especie fue limitada (suposicion puramente gratuita) cada generacion ha debido componerse de algunos centenares y probablemente de algunos millares de individuos. Por consiguiente cuando por primera vez, en 1854, se encontraron dos ó tres mandíbulas de *Spalacotherium* en la Caliza de Purbeck, despues de los innumerables ejemplares de Moluscos y de Crustáceos y de los centenares de insectos, peces, y reptiles, no solamente se supo que estos cuadrúpedos habian existido individualmente en la época en cuestion, sino tambien que millares y quizá millones de las mismas especies habian poblado la tierra sin dejar tras de sí, ya bajo la forma de osamentas, ya bajo la de impresiones, testimonio alguno de su existencia, ó por lo menos sin que las investigaciones mas perseverantes hayan podido hacernos encontrar vestigio alguno.

En la tabla que precede, observaremos que un gran número de los descubrimientos son debidos á geólogos ingleses. La Gran Bretaña es hasta ahora el único país en que se han encontrado mamíferos en el seno de las rocas oolíticas; el único en que se han descubierto reptiles en capas tan antiguas como las del Devoniano; el único en fin que ha presentado osamentas de aves en depósitos tan bajos como la arcilla de Londres. Si la geología no hubiera sido cultivada con tanto celo en Inglaterra, no sabriamos casi nada acerca de los dos grupos importantes de mamíferos terrestres mas antiguos que la fauna del yeso de París considerada en otro tiempo como la mas antigua que hubiera poblado la tierra; tampoco conoceriamos el grupo de mamíferos de la serie Headon; ni otro de fecha mucho mas antigua, anterior aun á la Arcilla de Londres. Esta última formacion ha presentado ya indicaciones de Cuadrumanos, de Queirópteros, de Paquidermos y de Marsupiales. Si cada punto del globo hubiera sido estudiado con el mismo cuidado, si la Europa entera, el Asia, el Africa, la América y la Australia, fueran hoy tan bien conocidas, las fechas indicadas en la tabla anterior para las apariciones mas antiguas de los peces, de los reptiles, de las aves y de los mamíferos, deberian recibir modificaciones. Si cualquiera otra extension de país, por ejemplo una parte de la España, fuera sometida á un nuevo exámen, cada clase de vertebrados retrocederia probablemente algunos pasos hácia el abismo de los tiempos: los peces penetrarian sin duda en el Siluriano Inferior, los reptiles en el Devoniano Inferior, los mamíferos en el trias Inferior, las aves en la Creta ó en la Oolita; los Trilobitos y los Cefalópodos descenderian al Cambriano Inferior, algunos zoófitos extraviados, como la *Oldhamia* en las rocas hoy llamadas azóicas.

Sin embargo despues de estas divisiones de la tabla, seria tan fácil como hoy encontrar una teoría del desarrollo progresivo que se apoyara sobre el nuevo cuerpo de hechos positivos y negativos; porque el órden de sucesion cronológica de las diferentes clases de animales fósiles continuaria probablemente siendo el mismo; ó en otros términos: las probabilidades de éxito, siguiendo las huellas de cada clase hácia épocas cada vez mas remotas, serian cada vez mas débiles segun que pasáramos de los peces á los reptiles, despues á los mamíferos, y por última á las aves. Encontrariamos los Ictiolitos mucho mas esparcidos en cada época, y penetrando en la serie á mayores profundidades que ninguna otra clase de vertebrados fósiles; y esto se comprende, porque, en primer lugar, los paleontólogos se ocupan mucho mas frecuentemente de las capas de orígen marino, y despues, los huesos de peces, por mas parcial y caprichosa que sea su distribucion en el lecho del mar, se encuentran mas fácilmente que los de reptiles ó de mamíferos. La extremada escasez de las aves en las capas recientes y pliócenas, aun en las de orígen de agua dulce, nos conduce tambien á suponer que no se deben encontrar sus restos sino con gran dificultad en las rocas mas antiguas, como demuestra por lo demás la tabla; no se descubririan aun en las capas terciarias, donde se pueden encontrar mas fácilmente depósitos formados en el seno de los lagos y de los estuarios.

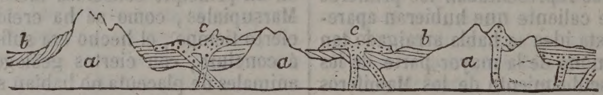
El único desacuerdo que existe entre los resultados geológicos y los que estos reconocimientos podrian indicar *á priori* consiste en la frecuencia de los reptiles fósiles y la escasez comparativa de los mamíferos. Pareceria que durante los períodos secundarios, sin exceptuar ni aun la parte mas nueva del período cretáceo, habia habido un desarrollo de la clase de los reptiles muy superior al que puede observarse en nuestros dias en ningun punto del globo. El predominio de esta misma clase sobre la de los mamíferos ha dependido probablemente de las condiciones climatéricas y geográficas, porque seria difícil referirle al *desarrollo progresivo* por el cual el tipo vertebrado se ha perfeccionado sucesivamente con el tiempo. No podriamos cerrar los ojos á las pruebas positivas que poseemos al presente, de una creacion de mamíferos anterior á la época del decrecimiento de los reptiles, y aun muy probablemente á la de su mayor desarrollo.

Para concluir, diremos únicamente, que sin duda ninguna, nos hallamos al principio de nuestros descubrimientos; que lo mismo que en los últimos cincuenta años, nos veremos obligados en el medio siglo que va á seguir á modificar nuestras primeras opiniones relativas á la reparticion en el órden del tiempo de las diferentes clases de vertebrados fósiles. Seria, pues, prematuro, por el presente, afirmar nada en general acerca de la no existencia y aun la escasez de los vertebrados terrestres ó acuáticos en épocas tan antiguas como las del Siluriano y Cambriano.

CAPITULO XXVIII.

ROCAS VOLCÁNICAS.

Hemos descrito hasta ahora las rocas acuosas ó fosilíferas; réstanos tratar de las que se pueden llamar volcánicas en el sentido mas lato de esta palabra. Supongamos que *aa* en el diagrama adjunto representan formaciones cristalinas graníticas y metamórficas, *bb* capas fosilíferas y *cc* rocas volcánicas; se observará



a. Formaciones hipogenas estratificadas, y no estratificadas.—*b*. Formaciones acuosas.—*c*. Formaciones volcánicas.

algunas veces á estas últimas como hemos dicho en el capítulo primero abriéndose paso á través de *a* y de *b*; en algunos casos se hallaran tambien sobrepuestas á estas y accidentalmente alternaran con las

capas *bb*. Se les verá igualmente en ciertos puntos pasar insensiblemente á la division no estratificada *a* ó rocas plutónicas.

Cuando los geólogos examinaron por primera vez y atentamente la estructura de las comarcas del Norte y Oeste de Europa, ignoraban aun completamente los fenómenos de los volcanes actuales. Encontrando ciertas rocas desprovistas de estratificacion y dotadas de una composicion mineral particular, les dieron diferentes nombres, tales como Basalto, Greenstone, Pórfido y Amigdaloide. A todas estas rocas que se habian reconocido pertenecer á una misma familia, Bergmann les aplicó la denominacion de *Trapp*, de la palabra sueca trappa que significa serie de escalones. Este nombre fue generalmente adoptado en la nomenclatura de la ciencia; se habia en efecto observado que muchas rocas de esta clase se presentaban en grandes masas tabulares, de extension desigual, de manera que formaban una extension de terraplenes ó gradas en las laderas de los valles. Esta forma parecia depender de dos causas; en primer lugar, de la terminacion repentina original de las tablas de materia fundida qne se han extendido en un suelo seco ó en el fondo del mar cubriendo una superficie unida. Sabemos en efecto, que cuando la lava sale de un volcan, la corriente, despues de haber dejado de avanzar y de haberse solidificado, termina casi siempre en una pendiente escarpada como en *a* en la figura adjunta.



Trapp en forma de gradas.

Pero ademas, la forma de las gradas procede mas frecuentemente de la manera con que las masas horizontales de rocas ígneas, tales como *b c* intercaladas entre las capas acuosas ó entre los depósitos de polvo y de cenizas volcánicas, han sido posteriormente puestas en descubierto por la desnudacion á diferentes niveles. Semejante configuracion no es en realidad particular á las rocas de Trapp; lechos considerables de caliza y de otras clases de piedra dura son cortados frecuentemente por terraplenes y precipicios análogos; sin embargo, en estas últimas rocas el fenómeno se presenta en menor escala, las gradas son menos numerosas, menos acentuadas, y por consiguiente se aproximan mas en cuanto á su masa y composicion á las masas que les estan asociadas.

Aunque las rocas trapeanas tengan caracteres muy variados, el geólogo jóven aprenderá sin embargo fácilmente á distinguirlas como clase de las formaciones acuosas. Algunas veces presentan, como hemos dicho, la forma de masas tabularias, pero no divididas por planos horizontales de estratificacion como lo estan los depósitos sedimentarios. Muchas veces constituyen cadenas de colinas y frecuentemente son cónicas; no es raro encontrarlas en forma de *dykes*, es decir, de muros que cortan las capas fosilíferas. La roca es algunas veces columnaria, y accidentalmente se descomponen las columnas en bolas de un tamaño que varia desde algunos centímetros á algunos decímetros de diámetro. La superficie en descomposicion se convierte habitualmente en una especie de costra de color de orin, y este fenómeno se debe á la oxidacion de la materia ferruginosa que existe en cantidad considerable en los Trapps que contienen Augita y Hornblenda, ó bien en las variedades feldspáticas de Trapp, esta superficie se vuelve opaca con el color blanco que adquiere el mineral llamado feldspato. Cuando se examina cada una de estas rocas volcánicas en las partes que no han sufrido desagregacion, se descubre ordinariamente una disposicion cristalina de uno ó mas de los minerales componentes. Algunas veces la testura de la masa es celular ó porosa; los poros ó celdillas han sido muchas veces llenos por el carbonato de cal ó por cualquiera otra sustancia procedente de infiltracion.

Gran número de rocas volcánicas producen por su desagregacion un suelo fértil; los elementos que las componen, la sílice, la alúmina, la cal, la potasa, el hierro, y otros se hallan sin duda en proporciones convenientes al desarrollo de la vegetacion. Como estas rocas no hacen efervescencia en los ácidos, se podria á primera vista suponer que se hallan desprovistas de materia caliza; pero aunque el *carbonato* de cal sea raro en ellas, exceptuando siempre los nódulos de Amigdaloides, veremos que la cal puede entrar por mucho en la composicion de la augita y de la hornblenda.

Conos y cráteres. En las regiones en que la erupcion volcánica se ha hecho á cielo abierto, y cuya superficie no ha vuelto á hallarse despues sometida á ninguna desnudacion acuosa de alguna importancia, los conos y los cráteres presentan el carácter mas sorprendente de las formaciones de que vamos hablando. Muchos centenares de conos se ven en el centro de Francia en las antiguas provincias de Auvernia, del Velay y del Vivarés, la mayor parte siguen una direccion lineal y forman cordilleras enteras de montañas. Aunque no se haya verificado erupcion alguna en aquella comarca en los tiempos históricos, se pueden seguir de una manera muy distinta las corrientes de lava que bajando de diferentes cráteres se han dirigido hácia los valles inmediatos. El orígen del cono y del cráter no es difícil de explicar, porque en nuestros dias se han visto producirse muchos semejantes por las erupciones volcánicas. Una grieta ó hendidura se abre primero en el seno de la tierra y por la solucion de continuidad se escapan muy pronto grandes cantidades de vapores y de gas. Las explosiones son tan violentas que los fragmentos de piedras lanzadas del interior chocan violentamente en los aires y caen despues en átomos al suelo. Al mismo tiempo se eleva por la chimenea ó respiradero de donde salen los gases una piedra fundida ó *lava*. Aunque sumamente pesada esta lava es levantada por el poder de expansion de los fluidos gaseosos comprimidos en su masa, y principalmente de los vapores acuosos asi como se ve al agua hervir en la superficie de una vasija cuyo fondo calentado produce igualmente vapor. Grandes cantidades de lava llegan asi al aire donde se separan en fragmentos y adquieren una testura esponjosa por el desarrollo súbito de los gases que se hallaban aprisionados en ellas; entonces dan orígen á las *escorias*; otras porciones se reducen al estado de polvo mas ó menos grueso. La caida al suelo de las diferentes materias arrojadas alrededor del orificio de erupcion, da orígen á un montecillo cónico, en el cual las cubiertas sucesivas de arena y de escoria forman listas que bajan en todas direcciones partiendo del eje central. Sin embargo, un ancho hueco llamado *cráter* queda en medio del montecillo abierto al paso continuo ascendente del vapor y de los demás fluidos gaseosos. Algunas veces la lava corre por encima de los bordes de este cráter y aumenta asi el espesor de las paredes del cono al mismo tiempo que duplica su solidez, pero otras veces rompe el cono en un punto de su circunferencia (figura 534) y con frecuencia entonces corre desde la hendidura hasta al pié del montecillo ó hasta cierta distancia de su base.

Composicion y nomenclatura. Antes de hablar de la relacion que existe entre los productos de los vol-

canes modernos y los de las rocas llamadas trapeanas, antes tambien de describir las formas exteriores en cada una de estas dos categorías, asi como de la posicion que ocupan en el seno de la costra terrestre, debemos tratar primero de su composicion mineral é indicar sus nombres. Las variedades de que tendremos que hablar mas frecuentemente, son el basalto y el traquito, á los cuales pueden añadirse la dolerita, el greenstone, el clinkstone y otros; las otras variedades fundadas principalmente en particularidades de testura, son las siguientes; pórfido amigdaloideo, lava, bretha volcánica ó aglomerato, toba, escorias y pomez. Se puede decir de una manera general, que todas estas rocas se hallan compuestas principalmente de dos minerales ó familias de minerales simples, ***Feldspato*** y ***Hornblenda***; pero el feldspato domina mucho, aun en aquellos en que el elemento de hornblenda presenta el carácter distintivo y el color dominante.

Los dos minerales que acabamos de citar, deben ser considerados como dos grupos mas bien que como dos especies. El feldspato, por ejemplo, puede ser, en primer lugar un feldspato comun, que muchas veces lleva el nombre de Ortoclasa y que es un feldspato potásico, es decir, en que el alcáli dominante es la potasa; en segundo lugar, el feldspato puede ser Albita, ó feldspato sódico, en que el álcali dominante es la sosa en lugar de la potasa; en tercer lugar, puede tambien formar la Oligoclasa; y en cuarto lugar, el feldspato labrador (*Labradorita*) que se le diferencia de los anteriores, no solo por sus reflejos opalinos, sino tambien por el ángulo que forman los pedazos de su fractura ó su exfoliacion, y al mismo tiempo por su composicion. Muchas veces tambien se citan otras dos clases de feldspatos, uno llamado vítreo, y otro compacto, los cuales sin embargo no pueden considerarse como variedades de importancia igual á las anteriores, porque los feldspatos albítico y comun, existen algunas veces en cristales transparentes ó vítreos; y en cuanto al feldspato compacto, es un compuesto de naturaleza menos bien definida que contiene algunas veces una gran porcion de sosa y de potasa; se le puede llamar una pasta feldspática, y considerarle como un residuo que hubiera quedado despues de la cristalizacion de una parte de la materia primera. Los análisis mas recientes han demostrado, que todas las variedades ó especies de feldspato pueden contener á un mismo tiempo potasa y sosa, aunque en algunas de ellas predomine uno solo de estos elementos.

El grupo en que la *hornblenda* domina, se compone principalmente de dos variedades: la Hornblenda propiamente dicha, y la Augita; en otro tiempo se consideraban estas dos variedades como muy distintas; pero algunos mineralogistas eminentes no estan lejos hoy de considerarlas como un solo y mismo mineral, variable solamente en su forma cristalina, asi como el azufre nativo se diferencia del azufre artificial.

La historia de los cambios sucesivos de opinion relativamente á estos minerales, es sumamente curiosa é instructiva. Werner fue el primero que distinguió la augita de la hornblenda, y la separacion que hizo de ellas obtuvo mas adelante la sancion de Hauy, Mohs y otros célebres mineralogistas. Quedó demostrado, que la forma de los minerales se diferenciaba en las dos especies, al mismo tiempo que la estructura indicada por la *exfoliacion*, es decir, por esa clase de operacion que consiste en dividir el mineral por medio de un cuchillo ó á golpes de martillo, en la direccion en que mas fácilmente cede. El análisis probó asimismo, que el primero de estos dos minerales, contenia habitualmente mas cal, menos alúmina, y nada de acido fluórico; este último principio que no siempre se encuentra en la hornblenda, entra sin embargo en cantidad mínima en su composicion. Añadamos á estos caracteres la observacion de un hecho geológico particular, á saber; que las dos sustancias se hallan muy rara vez asociadas en la misma roca; y cuando llega el caso, como en ciertas lavas de fecha moderna, la hornblenda ocupa al través de la masa de la roca, los puntos en que la cristalizacion se ha operado mas lentamente, mientras que la augita tapiza simplemente las cavidades en que los cristales han debido producirse rápidamente. Se ha observado tambien, que en las escorias cristalinas de los altos hornos, las formas augíticas son frecuentes mientras que las del otro mineral faltan enteramente; en vista de esta circunstancia, se ha creido que la hornblenda ha podido resultar de un enfriamiento lento y la augita, de un enfriamiento rápido. Esta manera de ver ha sido confirmada por un hecho: Mitscherlich y Berthier han llegado á producir artificialmente augita, pero nunca han podido lograr hacer hornblenda. Recientemente, Gustavo Rose ha fundido una masa de este último mineral en un horno de porcelana, y ha encontrado, que al enfriarse no volvia á tomar su primera forma, sino invariablemente la de la augita. El mismo mineralogista ha observado en rocas de Siberia ciertos cristales que presentan la *exfoliacion* de la hornblenda, perteneciendo su forma exterior á la augita.

Si despues de tales hechos se puede asegurar que la misma sustancia puede tomar indiferentemente la forma cristalizada de la hornblenda y de la augita segun su enfriamiento sea mas ó menos rápido, es cierto por otra parte que la variedad llamada comunmente augita, y que se reconoce por una forma cristalina particular, contiene de ordinario mas cal, y menos alúmina que la hornblenda propiamente dicha, aunque las cantidades de estos elementos no sean siempre idénticas en la misma especie, sin duda alguna los hechos y los experimentos arriba expuestos, demuestran la gran analogía de los dos minerales; pero sin embargo, la conversion misma de una especie en otra por la fusion, y una nueva cristalizacion no podia probar su identidad absoluta.

En efecto, existen frecuentemente en el seno de un cristal algunas porciones que no estan en combinacion química perfecta con el resto. Por ejemplo, el carbonato de cal, ha arrastrado algunas veces una porcion considerable de sílice bajo la forma cristalina que le es propia; la sílice se hallaba en él mecánicamente mezclada en estado de arena, y sin embargo, el carbonato de cal ha cristalizado sin salir de su sistema. Este es un caso extremo; en otras muchas circunstancias, uno ó mas de los ingredientes del cristal han sido excluidos de la union química propiamente dicha; y despues de la fusion, cuando la masa ha cristalizado de nuevo, los mismos elementos han podido combinarse en proporciones semejantes ó diferentes y producir asi un mineral nuevo; ó bien uno de los principios gaseosos de la atmósfera, el oxígeno por ejemplo, se ha unido con alguno de estos elementos en el momento en que la materia ha pasado del estado de fusion al estado sólido.

Las cantidades variables de impurezas ó materias extrañas de que acabamos de hablar, que pueden encontrarse en todos los ejemplares, excepto en los cristales mas transparentes y mas perfectos, explican en parte los desacuerdos que presentan los resultados obtenidos por los químicos aun los mas ejercitados en el análisis del mismo mineral. Cristales que en un principio se habia declarado pertenecian á una sola especie por los caracteres físicos, la forma y las propiedades ópticas, se ha reconocido mas tarde por hábiles experimentadores, que estaban compuestos de elementos distintos. Este desacuerdo pareció en un principio que debia trastornar toda la teoría anatómica, es decir, la doctrina que admite una relacion fija y constante entre la forma cristalina ó la estructura

de un mineral y su composicion química. Sin embargo la anomalía aparente que amenazaba introducir el caos en todo el armazon de la ciencia mineralógica elevado hasta este momento, no tardó en sujetarse á principios fijos por medio de los descubrimientos que hizo el profesor Mitscherlich de Berlin. Este sabio estableció que la composicion de los minerales que en un principio habia parecido tan variable, estaba gobernada por una ley general á la cual dió el nombre de *isomorfismo* (de ισος, *isos*, igual y μορφη, *morphe*, forma). Segun esta ley, los elementos de una especie mineral dada, no son exclusivamente y siempre de la misma naturaleza; sino que el uno de ellos puede ser reemplazado por una porcion equivalente á otro análogo. Asi en la augita en lugar de una parte de la cal se encuentran algunas veces protóxidos de hierro ó de manganeso, sin que no obstante la forma del cristal y el ángulo de sus planos de exfoliacion cambien. Estas substituciones correlativas de elementos particulares no podran siempre exceder ciertos límites.

Pyroxena. Este nombre inventado por Hauy, es empleado muchas veces en lugar del de Augita, en la descripcion de las rocas volcánicas. Es á decir verdad un nombre general bajo el cual se pueden comprender la Augita, la Dialaja y la Hipersthena; porque estos tres minerales son variedades de una sola y misma especie que tiene una fórmula química idéntica con bases variables.

Anfibol. Este es tambien un nombre general bajo el cual se pueden comprender la Hornblenda y la Actinolita.

Habiendo concluido esta pequeña digresion sobre algunos de los progresos recientes que se han hecho en mineralogia, debemos ahora excitar á los que estudian geologia, á que traten lo posible de familiarizarse con los caracteres de cinco, lo menos, de minerales simples mas abundantes en el seno de las rocas. Estos minerales, son: el Feldspato, el Cuarzo, la Mica, la Hornblenda, y el carbonato de Cal. No se podrá adquirir este género de conocimientos por los libros solamente, es preciso ver los objetos mismos, y estudiarlos con la ayuda de un profesor. Es bueno habituarse á reconocer la naturaleza de las rocas por medio del lente de aumento. Se aprenderá desde luego á distinguir el feldspato del cuarzo; este es uno de los pasos mas importantes que hay que dar cuando se empieza. El cuarzo es mucho mas duro que el feldspato y raya este mineral; raya tambien fácilmente el acero, sobre el que el feldspato no ejerce accion y por el cual, al contrario, es rayado. Pero cuando estos dos minerales se encuentran en un estado granoso y no cristalino, el geólogo jóven no deberá desanimarse si, aun despues de una práctica ejercitada, se ve incapacitado de distinguirles con la vista solamente. Cuando el feldspato está cristalizado, es fácil, como hemos visto, reconocerle por su exfoliacion; pero cuando se encuentra en grano se debe someterle á la accion del soplete; los bordes de los fragmentos se redondean á la llama ó dardo obtenido por este instrumento, mientras que los de cuarzo son infusibles. Para distinguir entre sí las diferentes variedades de feldspato que hemos enumerado, ó las de hornblanda y augita, será frecuentemente indispensable recurrir al uso del goniómetro, medir el ángulo de exfoliacion y determinar la forma del cristal; este uso no será difícil.

Los caracteres exteriores y la composicion de los feldspatos, son muy diferentes de los de la augita ó de la hornblenda; de aquí se sigue que las rocas volcánicas en que dominan estos minerales son fáciles de distinguir entre sí. Pero se encuentran mezclas de los dos elementos en proporciones muy variadas; la masa está algunas veces exclusivamente compuesta de Feldspato, y otras veces es la Augita la que domina. Entre estos dos términos extremos, se observa toda especie de paso; sin embargo, ciertos componentes prevalecen de tal modo en la naturaleza inorgánica y presentan tan grande uniformidad de aspecto y de composicion, que es util en geologia considerarles como rocas distintas, y darles nombres tales como Basalto, Greenstone, Traquito y otros de que vamos á hablar.

Basalto. Entre el número de rocas en que la augita juega un papel importante, se debe citar en primera línea el Basalto. Aunque este nombre de roca nos sea mas familiar que el de ninguna otra clase de Trapp, es difícil dar de él una definicion precisa, tanto ha sido generalizada la expresion y algunas veces vagamente empleada. Comunmente se le ha aplicado á toda roca trapeana de color negro azulado, ó gris de plomo, y que presenta una testura uniforme y compacta. En un sentido mas estricto, esta palabra indica una mezcla íntima de feldspato, de augita y de hierro en estado de óxido, mezcla á la cual se haya frecuentemente asociado un mineral de color de aceituna llamado Olivina, en granos distintos ó en masas nodulosas. El hierro es en ella ordinariamente magnético y suele ir acompañado de otro metal, el Titano. La palabra *Dolerita* se usa mucho hoy para designar esta roca, cuando el feldspato es la variedad llamada Labradorita, por ejemplo en las lavas del Etna. El Basalto, segun el doctor Daubeny, está en el sentido mas estricto, compuesto de una mezcla íntima de augita y de un mineral zeolítico que parece haberse formado á expensas de la labradorita por la adicion de agua; la presencia del agua en todas las *Zeolitas* hace que hiervan al soplete, carácter del cual han tomado su nombre. En estos últimos años, la análisis de Delesse y otros mineralogistas eminentes han demostrado que era preciso abandonar la opinion antigua, admitiendo la augita como mineral predominante en el Basalto, y aun en la mayor parte de las rocas trapeanas augíticas. Aunque la presencia de la augita da á estas rocas un carácter distintivo que las hace contrastar con los Traquitos, su principal elemento de composicion es aun el feldspato.

La *Roca de Augita*, segun Leonhard, está compuesta principal ó enteramente de augita, y ciertas venas se hallan enteramente formadas de este mineral; pero la mayor parte de las masas que reciben el nombre de Roca de Augita, son mas ricas en feldspato que en augita.

La *anfibolita ó roca de Hornblendæ*, es tambien una roca trapeana, y contiene mucha hornblenda, y en la cual se ha llegado á admitir que predomina este mineral; Delesse ha hallado, al contrario, por el análisis, que el feldspato forma por lo general elemento dominante, y que la pasta es feldspática.

En algunas variedades de Basalto, la cantidad de Olivina es muy considerable, y como este mineral no se diferencia sino muy ligeramente por su composicion química de la Serpentina, como contiene tambien una proporcion de magnesia mayor que esta última especie, se ha supuesto, y con razon, que con el tiempo ciertos basaltos, muy cargados de Olivina, se habian quizá convertido en serpentina.

Traquito. Este nombre, derivado del griego τραχύς, sirve para designar una clase feldspática de rocas volcánicas de pasta gruesa, celulosa y áspera al tacto. Se ha considerado generalmente esta pasta como compuesta principalmente de albita; pero segun Delesse, su composicion es variable; su álcali predominante es generalmente la sosa. En la masa se hallan diseminados cristales de feldspato vítreo, de mica, y algunas veces de cuarzo y de homblenda; sin embargo, el Traquito, propiamente dicho, no contiene cuarzo. Una de las variedades de feldspato que se encuentra en la roca (la Ortosa), es un trisilicato, es decir, un compuesto en que la sílice se halla respecto á la alúmina en la proporcion de tres átomos á uno. No hay

albita en el Traquito; pero ademas de la ortosa, se distingue en él un feldspato, que por lo general es Oligoclasa.

El *pórfido traquítico*, segun Abich, posee la composicion ordinaria del traquito; contiene ademas cuarzo pero no augita ni hierro titanado.

El nombre de *Andesita*, ha sido dado por Gustavo Rose á un traquito de los Andes, que contiene feldspato llamado Andesina, al mismo tiempo que feldspato vítreo (Ortoclasa), y hornblenda, diseminados al través de la pasta de color oscuro.

Clinskstone ó *Fonolita*. Entre los productos feldspáticos de la accion volcánica, esta roca es notable por su tendencia á la division laminar, carácter que la ha hecho usar como piedra para cubrir tejados. Tiene la propiedad de sonar cuando se la golpea con el martillo, y de aquí se ha derivado su nombre. Es compacta y ordinariamente coloreada de azul agrisado ó pardusco. Su composicion es variable; está formada casi enteramente de feldspato, y en algunos casos, segun Gmelin, de feldspato y Mesotipa. Cuando contiene cristales diseminados de felspato, se le da el nombre de *Clinkstone-porphyry* (Fonolita porfídica).

El Greenstone es la mas abundante de estas rocas volcánicas, que son intermedias por su composicion entre los Basaltos y los Traquitos. Su nombre ha sido generalmente aplicado á toda mezcla granugienta compuesta de hornblenda y feldspato, ó de augita y de feldspato.

La palabra *Diorita* designa exclusivamente el compuesto de hornblenda y de feldspato. Segun los análisis de Delesse y otros, la causa principal del color verde, en la mayor parte de los Greenstones, no es la hornblenda ó la augita, sino un silicato que contiene hierro, atacable por los ácidos, y que no parece tener una composicion definida. Sin embargo, el color oscuro de la Diorita procede habitualmente de partículas diseminadas de hornblenda.

Los Basaltos contienen menos sílice que los Traquitos, y mas cal y magnesia; de aquí resulta, que independientemente de la presencia frecuente de hierro oxidulado, son mas pesados. Abich, pues, ha aconsejado pesar estas rocas para apreciar su composicion, en los casos en que es imposible aislar sus minerales constitutivos. Asi, la variedad de basalto llamada Dolerita, que contiene 53 por 100 de sílice, tiene por peso específico 2,86, mientras que el traquito, que encierra 66 por 100 de sílice, no pesa específicamente mas que 2,58. Si, pues, se escoge una roca de composicion intermedia, por ejemplo, la mas abundante entre las del pico de Tenerife, que Abich llama Traquito-dolerita, siendo intermedio su contenido de sílice, es decir, de 58 por 100, pesará 2,78, mas, por consiguiente, que el traquito, y menos que el basalto. Los basaltos son de color oscuro, algunas veces casi negros, mientras que los traquitos son grises y aun blancos. Comparados con las rocas graníticas, los basaltos y los traquitos, contienen cada uno mas sosa; los feldspatos potásicos predominan generalmente en los granitos. Ademas, las rocas volcánicas, ya sean basálticas ó traquíticas, contienen menos sílice que los granitos, en que el excedente de este último elemento ha cristalizado para formar cuarzo. Este mineral, tan importante en los granitos, falta por el contrario habitualmente en las formaciones volcánicas, ó no se encuentra en ellas dominante.

La fusibilidad de una roca ígnea excede generalmente á la de cualquiera otra roca, porque la materia alcalina y la cal abundan en su composicion, y sirven como de fundente á la gran cantidad de sílice que de otro modo seria completamente refractaria.

Debemos ahora ocuparnos de esta categoría de rocas ígneas, cuyos caracteres estan fundados mas bien en la forma que en la composicion.

El *pórfido* pertenece á esta clase; es muy característico de las formaciones volcánicas. Cuando cristales distintos de uno ó varios minerales se hallan diseminados en el seno de una pasta terrosa ó compacta, la roca toma el nombre de pórfido (fig. 535). Asi el traquito puede ser porfídico; porque en esta roca, como en gran número de lavas modernas, existen cristales de feldspato. Pero ciertos pórfidos presentan tambien cristales de augita, olivana y otros minerales. Si la pasta es greenstone, basalto ó pichstone (piedra de pez), la roca puede recibir el nombre de *greenstone porphyry* (greenstone-pórfido), *pichstone-porphyry* (ritinita porfiroidea), y asi sucesivamente. El antiguo tipo clásico de esta roca es el pórfido rojo de Egipto, bien conocido con el nombre de *Rosso-antico* (Rojo antiguo). Consiste, segun Delesse, en una pasta feldspática roja en que se hallan diseminados cristales rojos de feldspato oligoclasa, con algunas partículas de hornblenda (Anfibol) negruzca, y granos de hierro sexquioxidas (hierro oligisto). El *Pórfido rojo cuarcífero*, es una roca mucho mas silícea, que contiene un 70 ú 80 por 100 de sílice, mientras que el pórfido de Egipto no contiene mas que un 62 por 100.

Amigdaloide. Esta es tambien una forma de roca volcánica de composicion muy variable. Comprende toda masa arrojada por los volcanes, en la cual se hallan esparcidos al través de una pasta de wacka, de basalto, de greenstone ú otras clases de trapp, nódulos redondeados ó amigdalarios de diferentes minerales, tales como calcedonia, ágata, espato calizo, zeolita. Su nombre se deriva de la palabra griega *amygdala*, almendra. El orígen de su estructura no es difícil de explicar; rocas análogas se forman en las lavas modernas. Varias cavidades pequeñas ó celdillas existian en la materia en fusion, y servian para contener burbujas de vapor ó de gas. Despues ó durante la consolidacion de esta materia, los espacios que habian quedado vacíos han sido llenados gradualmente por una sustancia que se ha separado de la masa ó se ha infiltrado por la vía acuosa. Como las burbujas se han prolongado á veces por la corriente de la lava, antes de su enfriamiento, los contenidos de sus cavidades tienen la forma de almendras. En ciertos trapps amigdaloideos de Escocia, cuyos nódulos estan descompuestos, las celdillas vacías tienen una cubierta lustrosa ó vítrea y bajo este aspecto se parecen en un todo á las lavas escoriáceas de los altos hornos.

La figura 536 representa un trozo desprendido de la parte superior de una corriente de lava en Auvernia. La mitad es escoriácea y sus celdillas se hallan completamente vacías; la otra mitad es amigdalaria, y sus cavidades estan enteramente llenas de carbonato de cal que forma muchos blancos.

Lava. Esta denominacion es un poco vaga; se ha aplicado á toda materia en fusion que ha salido por los respiraderos volcánicos. Cuando una materia semejante se enfria al aire libre, la parte superior se vuelve ordinariamente escoriácea, y la masa interior adquiere una estructura cada vez mas compacta, en el sentido de su profundidad, ó segun que se haya consolidado mas lentamente y bajo una presion mas fuerte. Sin embargo, en la parte inferior de una corriente de lava, se encuentra con mucha frecuencia un poco de roca escoriácea formada por la primera y delgadísima capa de materia líquida que precede generalmente á la corriente principal y llega al contacto del agua ó de un suelo húmedo.

Las lavas mas compactas son frecuentemente porfídicas; las porciones escoriáceas mismas contienen algunas veces cristales imperfectos que proceden de rocas mas antiguas donde existian estos cristales y no han sido fundidos.

La materia en fusion que se eleva en un cráter, y aun la que se infiltra en alguna hendidura de los

costados del cono, toma el nombre de lava; sin embargo, esta expresion pertenece mas propiamente á la pasta fluida que ha corrido al aire libre ó sobre el lecho de un lago ó mar. Si esta misma pasta no ha llegado á la superficie del cráter sino que ha penetrado simplemente en las grietas interiores toma el nombre de trapp. Las lavas presentan toda clase de composicion; algunas son traquíticas, por ejemplo las del pico de Tenerife; un gran número son basálticas, como las del Vesuvio y de Auvernia; otras son andesíticas, como las de Chile; algunas en fin, de las mas modernas que el Vesuvio contienen augita verde, y varias del Etna encierran este mineral y labradorita.

Las *Escorias* y la *Pomez* deben citarse tambien como rocas porosas reducidas por la accion de gases sobre materias que el calor volcánico ha fundido. Las *Escorias* son ordinariamente de color pardo rojizo ó negro; son en cierto modo una espuma de las lavas basálticas y angíticas. La *Pomez* es una sustancia ligera, esponjosa y fibrosa, producida por la accion de gases sobre lavas traquíticas y de otra especie; sin embargo, las relaciones entre su orígen y su composicion no se hallan todavía bien establecidas. Buch pretende que nunca se encuentra en los puntos en que es exclusivo el feldspato labrador.

Toba volcánica, Toba trapp. Los fragmentos pequeños angulares de escoria y de pomez, de que acabamos de hablar, asi como el polvo de estas mismas rocas lanzadas por las explosiones volcánicas, forman tobas; estas abundan en todas las comarcas de volcanes activos donde han caido en la tierra ó en el mar verdaderas lluvias de estas materias entremezcladas con fragmentos de otras rocas arrancadas del cráter. Las tobas entonces suelen hallarse mezcladas con conchas y no estratificadas. Su pasta está algunas veces unida por un cimento calizo lo cual produce una piedra susceptible de buen pulimento. Aun en los casos en que no existe ó existe muy poca cal, los elementos que componen las tobas ordinarias muestran una gran tendencia á unirse entre sí. Ademas de la especialidad de composicion, ciertas tobas ó *volcanic grits* (gres groseros volcánicos) como se les ha llamado, difieren de los gres ordinarios por sus granos angulosos y pasan frecuentemente á las *brechas volcánicas*.

Segun Scrope, los geólogos italianos limitan la palabra *toba* ó *tufa*, á las mezclas feldspáticas y principalmente á las de pomez; reservan el nombre de *peperino* á las tobas volcánicas. Los peperinos asi comprendidos son ordinariamente pardos, y las tobas grises ó blancas.

Se observan á veces lechos muy compactos de sustancias volcánicas, estratificados con rocas fosilíferas; en ciertos casos son tobas, aunque su densidad y su compacidad les hagan parecerse á esas diferentes clases de trapp que se encuentran en los diques ordinarios. El lodo de color de chocolate, que durante algunas semanas salió del cráter de las islas de Graham en el Mediterráneo en 1831, ha debido, sin mezcla con otras materias, producir una piedra mas pesada que el granito. Se ha observado que cada centímetro cúbico de polvo impalpable caido durante dias enteros de la atmósfera en la época de erupciones modernas pesaba sin compresion tanto como las rocas trapeanas ordinarias y muchas veces era idéntico en su composicion mineral.

Palagonita-toba. La naturaleza de las tobas volcánicas debe variar mucho segun la composicion mineral de las cenizas y de los fragmentos lanzados por cada abertura volcánica ó por una sola en diferentes intervalos. En la descripcion de la Islandia, leemos que las Tobas-Palagonitas son muy comunes. El nombre de Palagonita fue dado por primera vez por el profesor Bunsen á un mineral que se encuentra en las formaciones volcánicas de Palagonia en Sicilia. Es mas bien una sustancia mineral que una verdadera especie, porque siempre es amorfa y jamás se ha encontrado cristalizada. Su composicion varia, pero se puede considerarla como un hidro-silicato de alúmina que contiene óxido de hierro, cal, magnesia y un poco de álcali. Es de color pardo ó pardo negruzco, y su peso específico 2,43. Entra en gran porcion en la composicion de las tobas y brechas volcánicas, y Bunsen la considera como una roca alterada, resultando de la accion del vapor de agua sobre las tobas volcánicas.

Aglomerato. En la inmediacion de las emanaciones volcánicas, se observan frecuentemente acumulaciones de fragmentos angulosos que han sido producidos durante las erupciones por la accion explosiva del vapor batiendo en brecha las formaciones petrosas subyacentes y arrojándolas á la atmósfera. Estos fragmentos caen en lluvia alrededor del cono ó cráter, y pueden llegar á cierta distancia de la comarca inmediata. Los fragmentos consisten habitualmente en diferentes variedades escoriáceas ó compactas; pero otras clases de rocas tales como el granito y aun calizas fosilíferas se hallan mezcladas con ellas; en suma, se ven en ellos todas aquellas sustancias al través de las cuales los gases al tiempo de su expansion han podido abrirse paso. El viento ha favorecido la dispersion de estas materias por sus variaciones de direccion ó de intensidad; tambien se han agrupado sin duda segun la pendiente del cono á lo largo del cual han rodado, y segun la intensidad de las lluvias que acompañan frecuentemente á las erupciones.

Pero si el poder de las erupciones ó el de las olas y las corrientes del mar llega hasta el punto de transportar fragmentos á grandes distancias, tambien desgastan sus ángulos (á menos que intervenga el hielo), y entonces la formacion es un *conglomerato*. Si algunas veces abundan porciones globulares de escoria en un aglomerato, no se debe pues atribuir exclusivamente su forma redondeada al desgaste.

El tamaño de los fragmentos angulares en ciertos aglomeratos es enorme; llega hasta dos y tres metros de diámetro. Las masas miden frecuentemente 15 á 30 metros de espesor sin manifestar indicio alguno de estratificacion. Se podria limitar el sentido de la palabra brecha volcánica aplicándola solamente á las clases de tobas compuestas de pequeños fragmentos angulosos.

La costra espumosa de una corriente de lava se divide muchas veces mientras está en movimiento en fragmentos angulosos, algunos de los cuales despues que cesa de correr la lava, forman eminencias de uno á dos metros sobre la superficie. Una costra asi rota se parece mucho por su estructura á los aglomeratos que hemos descrito anteriormente, aunque su composicion sea por lo comun mas homogénea.

La *Laterita* es una roca roja jaspeada y parecida al ladrillo; está compuesta de silicato de alúmina y de óxido de hierro. Los lechos rojos llamados *lechos de ocre* que separan entre sí las lavas de la Calzada de los Gigantes, son lateritas. Delesse ha reconocido en ellos trapps impregnados de óxido rojo de hierro reducidos parcialmente al estado de kaolin. Por una descomposicion mas avanzada, se convierten en arcilla coloreada de ocre. Dos de las lavas de la Calzada de los Gigantes se hallan separadas por un lecho de lignito; no es pues improbable que las fajas de laterita que se ven en las quebradas de Antrim hayan sido producidas por descomposicion atmosférica. En la isla de la Madera y en las Canarias, las corrientes de lava de orígen sub-aéreo se hallan muchas veces separadas por fajas rojas de laterita, que probablemente han sido suelos antiguos formados por la descomposicion de la superficie de las corrientes. Varios de estos suelos primitivos se han vuelto rojos en la atmósfera por el óxido de hierro, y otros han sido

convertidos en rojo de ladrillo al contacto de las lavas fundidas y ardientes. Estas fajas rojas son frecuentemente prismáticas, y los pequeños prismas son perpendiculares á las tablas de lava. La arcilla roja ó la marga del mismo color formadas, como hemos dicho mas arriba, por la desagregacion de la lava, de las escorias ó de la toba, se han acumulado frecuentemente en grande espesor en los valles de la isla de la Madera; allí fueron conducidas por la accion aluvial; tambien algunas de las capas gruesas de laterita que existen en la India pueden muy bien haber participado de un orígen semejante. Sin embargo, en esta parte del globo, sobre todo en el Desan, la palabra *laterita* parece que se ha empleado demasiado vagamente.

Seria ocioso enumerar todas las clases de Trapp y de lava que diferentes observadores han considerado como bastante abundante para merecer nombres distintos, tanto mas cuanto que cada uno ha podido exagerar la importancia de las variedades dominantes en los lugares que le eran mas conocidos. Será útil sin embargo presentar aquí en forma de glosario, una lista alfabética con los nombres y sinónimos de que mas generalmente se hace uso, seguidos de cortas explicaciones.

Explicacion de los nombres y sinónimos, asi como de la composicion mineral de las Rocas Volcánicas mas abundantes.

Aglomerato. Brecha grosera, compuesta de fragmentos de rocas lanzadas de los cráteres volcánicos, angulares la mayor parte, y sin mezcla alguna de guijarros desgastados por el agua. Se puede dar el nombre de *Conglomeratos Volcánicos* á las mezclas que se encuentran en estas últimas clases de piedras.

Anfibolita. Véase Roca de Hornblenda.

Amigdaloide. Forma particular de la roca volcánica.

Afanita. Véase Corneana.

Argilolita. (Claystone). Véase esta palabra.

Argilofira. (Claystone-porphyry). Véase esta palabra.

Basalto. Mezcla íntima de feldspato y de augita, con hierro magnético, olivina, etc.

Basanita. Nombre dado por Brongniart á una roca que tiene por base el basalto, con cristales mas ó menos abundantes y distintos de augita que se hallan diseminados en ella.

Claystone y Claystone-Porphyry. Piedra arcillosa y compacta, ordinariamente de color purpúreo; se parece á la arcilla endurecida; contiene generalmente cristales diseminados de feldspato y á veces de cuarzo.

Clinkstone. Sinónimos, *Fonolita*, *Petrosilex fissile*. Roca de un gris azulado y de otros matices, presentando una tendencia á dividirse en láminas grandes muy duras; fractura limpia; es sonora cuando se la golpea con el martillo; está compuesta principalmente de feldspato, y segun Gmelin, de feldspato y de mesotipa.

Corneana ó Afanita. Roca compacta y homogénea, sin indicios de cristalizacion, de fractura unida como ciertos basaltos compactos; se compone de hornblenda, cuarzo y feldspato, íntimamente unidos. Su nombre se deriva de la palabra latina *cornu*, cuerno, que hace alusion á su testura compacta.

Diorita. Especie de Greenstone, compuesto de feldspato y hornblenda en granos (sacaroidea); el feldspato puede ser oligoclasa, labradorita ó anortita. Segun Rose la *Diorita* contiene tambien albita. Su color negro se debe á láminas diseminadas de hornblenda.

Dolerita. Está segun Rose, compuesta de augita negra y de feldspato Labrador; Segun Leonard, sus elementos constitutivos son, angita, feldspato Labrador y hierro magnético.

Domita. Traquito terroso que existe en Puy-de-Dome en Auvernia.

Escorias. Variedades porosas de lava de color rojo pardo ó negro.

Eufótida. Mezcla de partículas cristalinas de feldspato Labrador y de Dialaga. Segun ciertos autores, esta roca es una mezcla de dialaga, hornblenda y saussurita mineral, al que algunas veces se ha dado el nombre de *jade*. Haidinger ha observado el primero que en esta roca la hornblenda rodea los cristales de dialaga.

Feldspato compacto, llamado tambien Petrosilex La roca asi llamada comprende la hornstona de ciertos autores; es afine al Clinkstone, pero mas dura, mas compacta y trasluciente. Es una roca variable cuya composicion química no está bien definida.

Fonolita. Sinónimo de Clinkstone.

Gabbro. Véase Roca de Dialaga.

Greenstone. Mezcla de feldspato y de hornblenda.

Greystone. (Graustein de Werner). Roca de un gris de plomo ó verdosa, compuesta de feldspato y angita. El feldspato se encuentra en proporciones que exceden de un 75 por 100. Las lavas de Greystone son intermedias por la composicion entre los basaltos y los traquitos.

Hornstone-Porphyry. Variedad de pórfido feldspático de base de hornstone. Este último mineral difiere del feldspato compacto ordinario, en que es mas silíceo y mas difícilmente fusible.

Laterita. Roca roja, jaspeada y parecida al ladrillo, compuesta de una roca trapeana alterada y de óxido de hierro ó consistente algunas veces en arcilla coloreada por el ocre rojo.

Lava-vitrea. Véase Pitchstone y Obsidiana.

Melafira. Variedad de pórfido negro, compuesta de feldspato Labrador y de una pequeña cantidad de augita. En un principio se habia atribuido su color negro á cristales microscópicos de augita que se descubren en ella; pero Delesse ha demostrado que la pasta pierde este color por el ácido hidroclórico, mientras que este ácido no ataca los cristales de augita que se encuentran aislados y generalmente en muy corto número. El nombre de la roca procede de μελας, *melas*, negro.

Obsidiana. Lava vítrea parecida á vidrio fundido, muy inmediata al pitchsstone (retinita).

Ofiolita. Nombre dado por Brongniart á la Serpentina.

Ofita. Denominacion aplicada por Polasson á ciertas rocas trapeanas de los Pirineos, de una composicion muy variable y en las que se observa Labradorita y hornblenda, algunas veces augita; color á veces agrisado. Esta roca pasa á serpentina.

Palagonita-Toba. Toba volcánica alterada, conteniendo la sustancia de este nombre.

Pearlstone (Perlita). Roca volcánica que tiene el lustre de la perla, ordinariamente de estructura nodulosa; muy próxima á la obsidiana pero menos vítrea.

Peperino. Especie de toba volcánica, compuesta de escoria basáltica.

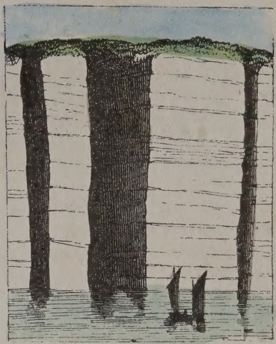
Perlita. Véase anteriormente Pearlstone.

Petrosilex. Véase Clinkstone y Feldspato compacto.

Pitchstone. (Retinita de los Franceses). Lava vítrea de lustre menos vivo que la obsidiana; de un verde negruzco; parecida á un vidrio, pero que tiene un aspecto resinoso como la pez; se compone ordinariamente de feldspato vítreo, (Orthosa) de un poco de mica, cuarzo y hornblenda. Contiene agua, y Delesse ha afirmado que es atacada fuertemente por los álcalis. En la isla de Arran,

Geología.

538



539



541



548



538. Hendiduras que han quedado vacías por la descomposicion del trapp.—539. Dique volcánico, compuesto de prismas horizontales; Santa Elena.—541. Basalto columnario del Vicentino.—548. El pico de Tenerife y las Cañadas, vistas desde el Nordeste; *a*. El pico, elevado unos 1,200 metros sobre el nivel de la llanura *b*; *b*, *b*, el atrio ó las cañadas; *c*, *c*, recinto de la caldera ó escarpado alrededor del atrio; *d*, *d*, lavas que han corrido del pico, ó conos laterales; *e*, punto correspondiente á *e* del corte de la página 470.

forma un dyke de 9 metros de espesor que corta un gres.

Pomez. Forma ligera, esponjosa y fibrosa de traquito.

Pórfido augítico. Cristales de feldspato Labrador y angita sobre un fondo verde ó gris oscuro.

Pórfido feldspático. Sinonim.. *Hornstone* porfídico. Pasta de feldspato con cristales del mismo mineral, y cristales ó granos de cuarzo.

Pórfido piroxénico. Lo mismo que Pórfido Angítico; Hauy ha dado el nombre de Piroxena á la augita.

Retinita. Véase Pitchstone.

Roca de Augita. De la familia de los basaltos; compuesta de feldspato y de angita.

Roca de Dialaga. Sinónimo. de Eufótide, Gabbro. Compuesta de feldspato y de dialaga.

Roca de Hornblenda ó Anfibolita. Esta roca, tal como la ha definido Leonhard, está enteramente compuesta de hornblenda; pero tan pura de composicion, es escepcional y se presenta solamente en estado de venas. Todas las rocas en que la hornblenda domina, convirtiéndose entonces en las *rocas anfibólicas* de los autores franceses, pueden recibir la denominacion de Roca de Hornblenda. Contienen siempre mas ó menos feldspato y pasan á basalto ó á greenstone, ó bien á la afamita.

Roca de Hypersthena. Mezcla de partículas de feldspato Labrador y de hyperstena; presenta la estructura de la syenita ó del granito. Este compuesto abunda en los trapps de Skye. La roca es extremadamente tenaz, gris ó negro-verdosa. Algunos geólogos la consideran como un Greenstone en que la hyperstena reemplaza á la hornblenda. Esta opinion se apoya en el hecho siguiente: se encuentra ordinariamente en la roca de hyperstena, hornblenda que envuelve los cristales de este último mineral que posee un lustre perlado ó perlado-metálico.

Serpentina. Roca verdosa que contiene mucha magnesia. Su composicion la une estrechamente con el mineral llamado *Serpentina-noble* que la atraviesa en forma de venas. Los minerales que ofrece mas frecuentemente la serpentina son: la dialaga, el granate, la clorita, el hierro oxidulado y el hierro cromado. La dialaga y el granate son mas ricas en magnesia en el seno de la serpentina que las otras rocas. Se observa, pero rara vez, la serpentina en dykes que cortan las capas contiguas; se refiere indiferentemente á la serie trapeana ó hipogena. Su ausencia de los productos volcánicos, indica que pertenece verdaderamente al grupo de las rocas metamórficas; y aun cuando se encuentra en dykes atravesando las formaciones acuosas se diria que es un basalto alterado abundante en olivina.

Tefrina. Sinónimo de Lava, nombre propuesto por Brongniart.

Toadstone. Nombre vulgar usado en el Derbyshire para indicar una especie de Wacka.

Toba. Sinónimo Toba-trapp y Toba volcánica.

Toba-trapp. Véase su descripcion hecha anteriormente.

Toba-volcánica. Véase igualmente su descripcion.

Trapp. Especie de toba ó lodo arrojado por los cráteres lacustrales durante las erupciones como en el Eifeld en Alemania.

Traquito. Se halla compuesto principalmente de una pasta feldspática con cristales de feldspato vítreo.

Wacka. Variedad blanda y terrosa de trapp de aspecto arcilloso. Se parece á la arcilla endurecida. El punzon de acero deja en ella puntos brillantes.

Whinstone. Nombre usado en ciertas provincias de Escocia para designar el greenstone y otras rocas duras.

CAPITULO XXIX.

ROCAS VOLCANICAS (*Continuacion*).

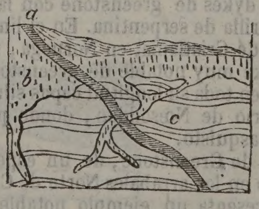
En el capítulo anterior hemos tratado de la composicion y caracteres de las rocas volcánicas; vamos ahora á describir la posicion que ocupan al través de la costra terrestre, asi como las formas exteriores que afectan. Las variedades principales de basalto, traquito, greenstone y otras rocas se encuentran algunas veces en dykes que atraviesan formaciones estratificadas y no estratificadas. Otras veces son masas informes que penetran estas formaciones ó las cubren, ó bien por último se hallan en un estado de hojas horizontales intercaladas en las capas.

Dykes volcanicos ó trappeanos. Hemos hablado ya de las hendiduras que se observan en todas las especies de rocas, y algunas de las cuales miden hasta vorios metros de anchura; estas hendiduras estan llenas ya sea de tierra ó de fragmentos de formas angulosas, ya de arena y de piedras. Supongamos que en lugar de estas clases de materias, cierta cantidad de sustancia fundida haya sido inyectada en la hendidura abierta, y que se haya solidificado en ella; tendremos una masa tabular que se parecerá á un muro y que llamaremos un dyke de trapp. No es raro encontrar dykes de este género atravesando capas poco consistentes, tales como toba, escorias ó esquisto arcilloso que frecuentemente habrán sido arrastradas por el mar, los ríos ó la lluvia; en estos diferentes casos, los dykes se manifestarán formando eminencias en los escarpados ó en la superficie misma de la comarca.

En las islas de Arran y de Skye, asi como en otras Partes de Escocia donde el grés, el conglomerato y diversas rocas duras estan atravesadas por dykes de trapp, se verifica el fenómeno inverso; el dyke se ha descompuesto mas rápidamente que la roca en que estaba encajado; ha desaparecido de la hendidura, dejando en su lugar una cavidad que se extiende muchas veces hasta una distancia de algunos metros de la costa como se ve representado en la figura 138. En este caso el greenstone del dyke es habitualmente mas duro y mas resistente que el gres; pero la accion química, y principalmente la oxidacion del hierro, han producido una descomposicion mas rápida.

Muy frecuentemente, en la isla de Arran y otras partes de Escocia, las capas ó su contacto con el dike, y hasta cierta distancia de él, han sido endurecidas hasta el punto de resistir á las injurias del aire mas que el dyke mismo ó que las rocas inmediatas. Cuando semejante caso se presenta, dos muros paralelos de capas endurecidas forman una eminencia sobre el nivel general de la comarca y siguen la direccion del dyke.

Como las hendiduras envian á veces ramificaciones, ó bien se dividen en dos ó varias hendiduras de igual diámetro, se observan dykes de trapp que se bifurcan y se ramifican algunas veces hasta el punto de merecer el nombre de venas; pero este fenómeno parece mas habitual en el granito que en el trapp. El diseño adjunto, debido al doctor Mac-Culloch, representa

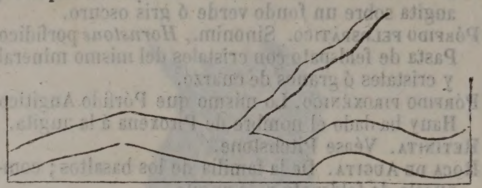


Venas de trapp de Airdnamurchan.

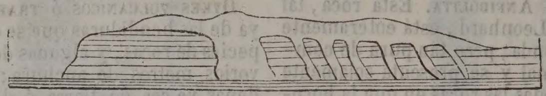
una porcion de quebrada á la orilla del mar, en el condado de Argyle; la masa incumbente de trapp *b*, envia algunas venas que terminan hácia la parte baja del escarpado. Otra vena de trapp *aa*, corta á la vez la caliza *c* y el trapp *b*.

La figura siguiente representa el plano de un dique ramificado de greenstone, que atraviesa el gres en la bahía inmediata á Kildonan Castle, en la isla de Arran. La rama mas fuerte varía de 1 á 2 metros de espesor y da la escala de las dimensiones para las otras.

En las Hébridas y en otros paises, las masas de trapp que constituyen una extensa superficie de suelo y ocultan las rocas estratificadas subyacentes, reaparecen á lo largo de las quebradas y se prolongan por la parte inferior en forma de venas ó de dykes, que probablemente van á unirse á otras masas de rocas ígneas á una profundidad mas considerable, como representa el diagrama que sigue. Estos dykes se ven en la costa de Skye; el mas grueso no mide menos de 30 metros de espesor.



Plano de un dique de greenstone que atraviesa el gres, en Arran.



Trapp que atraviesa y cubre el gres cerca de Suishnih, en Skye.

A veces se encuentran en los dykes algunas variedades de rocas trappeanas, tales como basalto, greenstone, pórfido feldspático y traquito. Los trapps amigdaloideos se encuentran tambien en ellos aunque mas rara vez; finalmente, se indican tambien en ellos tobas y brechas; los materiales de esta última categoría pueden haber sido precipitados en hendiduras abiertas en el fondo del mar, ó bien durante erupciones que se han verificado sobre la tierra, habrán caido en forma de lluvia en estas mismas hendiduras.

Ciertos diques de trapp se continuan sin interrupcion en kilómetros enteros, siguiendo una direccion casi rectilínea; esto es lo que se observa en el Norte de Inglaterra. En este caso, las hendiduras que han sido llenas, deben haber presentado una longitud extraordinaria.

Muchas veces el trapp en los bordes ó junto á las paredes de un dyke, es menos cristalino ó mas terroso que en el centro, y es porque la materia fundida se ha fijado mas rápidamente al contacto de las paredes frias ó de la hendidura; mientras que en el centro, donde la materia del dyke se ha conservado mas tiempo en estado de blandura ó de fluidez, la cristalizacion ha sido lenta. Sin embargo, se ha observado un fenómeno inverso en las cercanías de Santa Cruz en Tenerife, en un dyke que corta lechos horizontales de escorias cerca del Barranco del Bufadero. Este dyke es vertical en su direccion general, pero algo tortuoso; su espesor es de unos 30 centímetros. Los costados estan formados de basalto compacto, pero en el centro, la roca es sumamente celular, de una anchura de cerca de 10 centímetros. En este ejemplo, la hendidura ha debido ensancharse despues que la lava se hubo consolidado á cada lado, y la materia fundida adicional que se extendió en el espacio de en medio se enfrió sin duda mas rápidamente que la de los costados.

En el antiguo cráter del Vesuvio, llamado Somma, se observa una faja delgada de lava semivítrea, que rodea ciertos diques. Tambien existe á veces en la union de los dykes de greenstone con la caliza, una *Shalband* ú orilla de serpentina. En el límite izquierdo del fiord de Cristiania, en Noruega, se ha observado un dyke muy notable de greenstone sienítivo, atravesando en toda su longitud capas silurianas hasta el promontorio de Nœsodden, donde penetra en el seno del micasquisto.

Otro dyke de Greenstone, de un espesor de 3 metros, situado en los arrabales Norte de Cristiania, en Noruega, presenta un ejemplo notable. Este dyke atraviesa un esquisto arcilloso que sus fósiles hacen referir á la serie siluriana. En la pasta negra del greenstone, se observan porciones angulosas ó redondeadas de gneiss, algunas blancas, otras de un ligero color de carne, varias no esquistoideas como el granito, diferentes, incrustadas de laminillas, que segun sus direcciones distintas y muchas veces opuestas, han sido indudablemente esparcidas al azar al través de la ganga. Estas porciones empastadas de gneiss, miden de 2 á 20 centímetros de diámetro.



Dique de greenstone con fragmentos de gneis, en Sorfenfria cerca de Cristiania.

Rocas alteradas por los diques volcánicos. Despues de las observaciones que preceden sobre la forma y composicion de los diques, debemos describir las alteraciones que estos producen algunas veces sobre las rocas que les tocan ó se hallan á su inmediacion. Estos cambios son ordinariamente los que pueden esperarse del calor intenso de una materia en fusion, y de los gases que se encuentran encerrados en ella.

Plas-Newydd. Henslow ha descrito un ejemplo sorprendente de este género de fenómeno que ha observado en las cercanías de Plas-Newydd, en Anglesea. El dique tiene 40 metros de ancho; es una roca compuesta de feldspato y de augita (dolerita de ciertos autores). Las capas de esquisto y de caliza arcillosa que atraviesa en una direccion perpendicular, estan alteradas hasta una distancia de 9 metros, y en algunos puntos de 11 metros mas allá de los bordes del dique. El esquisto á medida que se aproxima al trapp, se hace cada vez mas compacto, y llega á su mayor dureza en el punto de union. Allí pierde en parte su estructura esquistosa, pero se distinguen aun sus divisiones en pequeños lechos paralelos. En varios puntos este esquisto se halla convertido en jaspe porcelana duro. En la porcion mas dura de la

masa, las conchas fósiles, principalmente los *Productus*, se hallan casi destruidas. Sin embargo, todavía se reconocen con bastante frecuencia sus impresiones. La caliza arcillosa ha sufrido cambios análogos; al acercarse al dique ha perdido cada vez mas su testura terrosa, y ha acabado por volverse granugienta y cristalina; pero el fenómeno mas curioso es, la aparicion en el seno del esquisto de numerosos cristales de analcima y de granate, los cuales se hallan limitados de la manera mas exclusiva á las porciones de la roca sobre que el dique ha producido su accion. Los cristales de granate contienen hasta 20 por 100 de cal, esta base procede de la descomposicion de las conchas fósiles de *Productus*. Sedgwick ha encontrado el mismo mineral en circunstancias muy análogas en High-Tees dale, donde el contenido era tambien un esquisto y una caliza alteradas por el basalto.

Antrim. En varias localidades del condado de Antrim, al Norte de Irlanda, se ve la creta de pedernales atravesada por diques basálticos. La creta se halla convertida en mármol granugiento en la inmediacion del basalto, el cambio se extiende algunas veces hasta 2 ó 3 metros de la pared del dique; cerca del punto de contacto es donde está mas marcado y separándose de este punto se borra gradualmente, hasta que por último la accion deja de ser sensible. El producto mas cercano al dique, dice el doctor Berger, es una caliza cristalina, parda-oscura, cuyos cristales se exfolian tan anchos como la caliza de láminas grandes primitiva (metamórfica); mas lejos la roca es secundaria y por consiguiente de granos finos. Tambien se observa allí una variedad compacta que presenta el aspecto de la porcelana, y de un color gris azulado; esta variedad toma hácia su límite externo un color blanco amarillento y pasa insensiblemente á la creta no alterada. Los pedernales en la creta alterada, han adquirido, generalmente, un color gris amarillento. Todo vestigio de restos orgánicos, ha desaparecido de la porcion de caliza mas cristalina.

Otro dique en el Nordeste de Irlanda, ha convertido una mesa de gres rojo en cornstone (pedernal córneo). Por la accion de un tercero; un esquisto del terreno hullífero, ha tomado al endurecerse el carácter de un esquisto silíceo; en otras partes, la arcilla esquistosa del lías, se ha transformado igualmente en esquisto silíceo, conservando numerosas impresiones de Ammonitas.

En presencia de todas estas metamorfosis, debia esperarse encontrar capas de hulla, sustancia esencialmente combustible, modificadas extraordinariamente al contacto de las rocas fundidas. Efectivamente, en la misma comarca, cierto dique de greenstone, atravesando una capa de hulla, la ha reducido á cenizas hasta la distancia de 2 metros y 75 centímetros por cada lado.

En Kóckfield-Fell, al Norte de Inglaterra, algunos ejemplares tomados á una distancia de 27 metros próximamente de un trapp, no se distinguen de la hulla ordinaria; los que se recogen mas cerca del dique, se hallan en fragmentos pequeños y tienen enteramente el carácter del coke; finalmente, los ejemplares tomados del contacto mismo del dique, se hallan convertidos en una sustancia que parece hollin. La roca de Stirling Castle, es un gres calizo fracturado y violentamente desalojado por una masa de greenstone; este evidentemente se hallaba fundido cuando invadió las capas. El gres se ha endurecido; ha tomado en el punto de union una testura que se aproxima á la del pedernal córneo. En Salisbury Craig, y en Arthur's Seat, cerca de Edimburgo, un gres que toca al greenstone se halla transformado en roca jaspoidea.

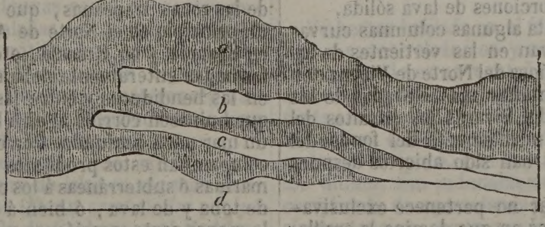
Los gres secundarios de Skye se hallan transformados en cuarzo sólido en muchos puntos donde encuentran venas ó masas de trapp; un lecho de cuarzo, dice el doctor Mac-Culloch, observado cerca de una masa de trapp, en medio de capas hullíferas, en el condado de Jife, fue en otro tiempo segun toda probabilidad, un gres ordinario posteriormente endurecido y convertido en cuarzita por la accion del calor.

Sin embargo, aunque en un gran número de casos las capas inmediatas á los diques se hallan de este modo alteradas, el esquisto arcilloso se halla transformado en esquisto silíceo ó el jaspe, la caliza en mármol cristalino, el gres en cuarzo, la hulla en coke, y los restos fósiles hayan sido enteramente destruidos ó desfigurados, no es raro encontrar las mismas rocas en los mismos distritos; absolutamente intactas en la inmediacion de los diques volcánicos.

Esta gran desigualdad entre los efectos producidos por las rocas ígneas procede frecuentemente de una diferencia que ha existido en su temperatura y en la de los gases que contenian; la temperatura es mas intensa en ciertas lavas que en otras, y aun en la misma lava se modifica á medida que la corriente se aleja de su punto de partida. La conductibilidad para el calor ha podido variar tambien en las rocas invadidas, segun su posicion, su estructura, las dislocaciones que han sufrido y quizá tambien segun la cantidad de agua que contenian. En ciertos casos los elementos de estas rocas han debido encontrarse asociados en proporciones propias para pasar rápidamente al estado de combinacion química y formar nuevos minerales; por el contrario, en otros casos la masa ha sido mas homogénea ó las proporciones de los elementos menos á propósito para sufrir una asociacion determinada.

Se debe tambien tener en cuenta la circunstancia de que una hendidura se llena unas veces de lava que empieza inmediatamente á enfriarse, y otras da paso á una corriente de materia fundida que puede subir durante muchos dias y aun meses para alimentar corrientes ó salir en forma de escorias de lo interior del cráter. Ademas, si las paredes de una hendidura son calentadas por el vapor antes que la lava suba por ellas, como sabemos que se verifica en nuestros dias en ciertos volcanes, el calórico adicional producido por el dique y sus gases obrará con mucha mas energía.

Inyecciones de trapp entre las capas. En Whin-Sill se ve una masa de basalto de 18 á 24 metros de altura representada en *a* introducida en forma de cuñas entre rocas de caliza *b* y de esquisto *c*, las



Trapp intercalado en capas dislocadas de caliza y de esquistos en White Force, condado de Durham.

cuales han sido separadas de la caliza y del esquisto *d* en posicion normal á los cuales se hallaban primitivamente unidas. En este punto el esquisto se ha endurecido; la caliza que á cierta distancia del trapp es de color azul y contiene corales fósiles, se encuentra por el contrario en su inmediacion convertida en mármol granugiento y desprovista de fósiles.

No es raro que masas de trapp se hallen intercaladas en las capas y que conserven en grandes extensiones un paralelismo exacto con los planos de estratificacion. Estas masas han debido en algunos puntos abrirse un paso entre las divisiones de los lechos; siguiendo esta direccion el fluido, avanzando encontraba una resistencia menos considerable, sobre todo cuando ninguna hendidura comunicaba con la superficie, y la mayor presion se verificaba por medio de los gases que empujaban á la lava.

Estructura columnaria y globular. Una de las formas mas características de las rocas volcánicas especialmente de los basaltos es la de columnas. Se observa cuando masas gruesas se hallan divididas en prismas regulares que unas veces se separan fácilmente unas de otras, y otras permanecen fuertemente adheridas. El número de los lados en estos prismas varía de tres á doce; generalmente se cuentan de cinco á siete. Frecuentemente existen á intervalos casi iguales separaciones transversales que recuerdan las articulaciones de la columna vertebral. Un caso de este género se ve en la Calzada de los Gigantes en Irlanda. La longitud y el diámetro de los primas varian tambien extraordinariamente. El doctor Mac-Culloch cita algunos de la isla de Skye que miden hasta 120 metros de longitud; otros en el Morven no pasan de 25 milímetros. En cuanto á su diámetro llegan en Ailsa á 2 metros y 75 centímetros, y en Morven apenas llegan á 25 milímetros. Ordinariamente son rectos; algunos sin embargo son curvos. Se indican ejemplos de unos y otros en la isla de Staffa. Al través de un lecho horizontal ó tabla de trapp, las columnas son verticales; en un dique vertical son horizontales. Como ejemplo de este último caso citaremos la masa de basalto llamada *chimney* (chimenea) en Santa Elena (fig. 539): es una pila de prismas exágonos de 19 metros de altura que indudablemente indica el resto de un dique estrecho sostenido en otro tiempo por paredes de roca destruidas despues y sepultadas en el mar. En la figura 540 se halla representada en mayor escala una porcion de este dique.

Como está demostrado que el trapp columnario ha estado en un principio en estado fluido, se concibe que los prismas se hallan siempre dirigidos perpendicularmente á las *superficies de enfriamiento*, por consiguiente si las superficies son curvas, las columnas en lugar de ser perpendiculares ú horizontales deberán inclinarse formando toda especie de ángulos. Se puede admirar un magnífico ejemplo de este fenómeno en un valle de Vivarés. Hácia la mitad de una region de gneiss, el geólogo encuentra de improviso varios conos volcánicos de arena movediza y de escorias. Del cráter de uno de estos conos ha bajado una corriente de lava hácia el fondo de un valle estrecho. Esta corriente no se interrumpe sino en los puntos en que el rio Volant y los torrentes que recibe han cortado y separado porciones de lava sólida.

La figura 541 representa algunas columnas curvas é inclinadas que se observan en las vertientes de los valles en la region montañosa del Norte de Vicenza en Italia, y al pié de las montañas mas elevadas de los Alpes. Diferentes de los del Vivarés los basaltos del Vicentino han salido indudablemente del fondo del mar y los valles actuales han sido abiertos despues por la desnudacion.

La estructura columnar no pertenece exclusivamente á las rocas trapeanas en que domina la arcilla; es comun á la fronolita, al traquito y á otras rocas feldspáticas de naturaleza ígnea. En estas últimas sin embargo ofrece rara vez formas poligonales tan regulares.

Ya hemos dicho que las columnas basálticas se dividian frecuentemente por pinturas transversales. Algunas veces los segmentos en lugar de mostrarse angulares presentan una forma esferoidea y en su superposicion en serie para constituir los pilares, estan ordinariamente rebajados. Un caso de este género se observa en la *Gruta de los Quesos* (Bestrich-Baden), en el Eifeld, no lejos del Mosela (fig. 542). En este punto, el basalto forma parte de una pequeña corriente de lava que puede tener de 9 á 12 metros de espesor y que ha salido de uno de los numerosos cráteres existentes aun en las alturas inmediatas.

En ciertas masas de greenstone, de basalto y de otras rocas trapeanas en descomposicion, la estructura globulosa es tan marcada que la roca tiene el aspecto de balas gruesas de cañon. Segun Delesse, el medio de cada esferoide seria un centro de cristalizacion alrededor del cual se dispondrian simétricamente los diferentes elementos de la roca durante el enfriamiento, y al mismo tiempo, dice este autor este medio constituiria un centro de contraccion.

Un modelo notable de este género de estructura se observa en un traquito resinoso ó resinita porfiroidea de una de las islas Ponce situadas en el Mediterráneo entre Terracina y Gaeta. Las bolas varian desde algunos milímetros hasta un metro de diámetro y son de forma elipsoidea (fig. 543). La roca entera se halla en estado de descomposicion, y cuando estas bolas, dice Scrope, han sido expuestas durante algun tiempo á la intemperie, se separan al simple tacto en una porcion de cascos concéntricos, semejantes á los de una raiz bulbosa, con mucho compacto en el interior. Las láminas curvas de este núcleo no se hallan muy adelantadas en descomposicion; pero al golpe violento del martillo se exfolian fácilmente.

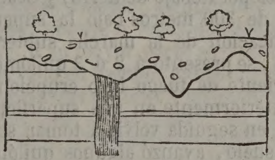
La fonolita y otras rocas trapeanas pueden tambien adquirir una testura laminosa; esta propiedad ha permitido emplearlas para cubrir los tejados. Una misma masa presenta en ciertos casos á la vez la estructura prismática y la estructura esquistosa. Las causas que han debido producir esta disposicion son todavía completamente desconocidas; pero se supone que se relacionan con los cambios de temperatura sobrevenidos durante el enfriamiento.

RELACIONES DE LAS ROCAS TRAPEANAS CON LOS PRODUCTOS DE LOS VOLCANES ANTIGUOS.

Cuando se reflexiona en las modificaciones que experimentan las capas cerca de su contacto con los diques trapeanos, cuando se piensa en la completa analogía y muchas veces la identidad de composicion y de estructura de las rocas llamadas trapeanas y las lavas vomitadas por los volcanes que se hallan actualmente en actividad, se comprende difícilmente que durante medio siglo se haya podido preguntar si los trapps eran de orígen ígneo ó acuoso. Hasta cierto punto se admitia una diferencia real entre las formaciones trapeanas y las designadas mas especialmente con el nombre de volcánicas. Una gran parte de las rocas trapeanas, que se habian estudiado en un principio en el Norte de Alemania y en Noruega, en Francia y en Escocia, etc., parecian haber sido formadas enteramente debajo del agua ó inyectadas en las hendiduras y entre las capas; nada anunciaba que hubiesen corrido al aire libre ó sobre el fondo de un mar poco profundo. Por consiguiente, cuando se comparaban estos productos de acciones ígneas submarinas ó subterráneas á los conos de escorias friables, de toba y de lava, ó bien á las corrientes estrechas la mayor parte escoriáceas y porosas que se observan

en el Vesuvio y en el Etna, la semejanza no dejaba de parecer distante y equívoca. Era en realidad como si se hubieran comparado las raices de un árbol con sus hojas y ramas; todos estos órganos, aunque forman parte de una misma planta, difieren sin embargo en forma, testura, color, crecimiento y posicion. Un cono exterior, acompañado de sus cenizas movibles y de su lava porosa, se puede comparar con el follaje ligero y las ramas; las rocas ocultas debajo son sus raices.

Se ha visto en uno de los primeros capítulos con cuánta frecuencia algunas masas gruesas de capas habian sido arrebatadas por la desnudacion en grandes superficies; este hecho puede explicarnos la desaparicion de toda parte prominente de la envoltura exterior de antiguos volcanes submarinos ó subaéreos, tanto mas cuanto que las materias que forma esta envoltura son siempre las mas ligeras y las mas destructibles. La forma escarpada en que los diques de trapp terminan ordinariamente al exterior y



Capas atravesadas por un dique de trapp y cubiertas de aluvion.

las piedras de trapp desgastadas por las aguas que existen en el aluvion que cubre el dique, prueban de la manera mas incontestable la separacion completa de la costra superficial de estas formaciones.

En los capítulos siguientes veremos que existen tobas volcánicas de todas las edades y que estas tobas contienen conchas marinas, testimonio de erupciones acaecidas en épocas geológicas sucesivas. Estas clases de rocas asi como los trapps que estan asociados á ellas no pueden compararse con la lava ni con las escorias que se han enfriado al aire; es preciso buscar sus análogos entre los productos de las erupciones volcánicas submarinas actuales. Si se objeta que no es posible estudiar estas últimas, responderemos que, en casi todas las regiones de volcanes activos, los movimientos subterráneos han determinado grandes cambios en el nivel relativo de las tierras y de los mares, y que estos cambios sobrevenidos en épocas comparativamente recientes han puesto en descubierto los efectos de las operaciones volcánicas que se han verificado en el fondo del Océano.

Por ejemplo, el exámen de las rocas ígneas de Sicilia especialmente de las del Val di Noto, ha probado que las variedades mas ordinarias de trapp de Europa habian sido producidas bajo las aguas del mar en una época moderna, es decir, desde el momento en que el Mediterráneo estuvo habitado por el mayor número de especies actuales de testáceos.

Estas rocas ígneas del Val di Noto, asi como las masas trapeanas mas antiguas de Escocia y de otros paises, difieren de las formaciones volcánicas subaéreas en que son mas compactas y mas pesadas, y tambien en que forman algunas veces corrientes extensas de materias intercaladas en las capas marinas, ó bien conglomeratos estratificados, cuyas piedras redondeadas son todas de trapp; en fin, estan caracterizadas por la ausencia de conos y cráteres regulares, asi como por la falta de conformidad con la lava en los niveles mas bajos de los valles existentes.

Es muy probable sin embargo que existieran en otro tiempo conos en forma de islas en algunos puntos del Val di Noto y que fueran arrebatadas por las olas como el cono de la isla de Graham en el Mediterráneo, y el de Nioe en la costa de Islandia, los cuales desaparecieron, el primero en 1831 y el segundo en 1783. Todo lo que podria quedar en estas circunstancias despues que el lecho del mar se hubiera elevado y convertido en continente, se reduciria á diques y masas informes de rocas ígneas formando eminencias al través de las superficies de lavas extendidas sobre el antiguo fondo marino ó á capas de toba formadas de materiales desprendidos primero y despues arrastrados á lo lejos por los vientos y las olas, y finalmente depositados. Se verian tambien conglomeratos con cantos rodados de trapp, que la accion de las olas habrian acumulado durante la desnudacion de estas islas volcánicas. La proporcion de materias ígneas que se ha depositado primitivamente bajo el mar, ha sido siempre considerable, porque los respiraderos de los volcanes que no existen bajo el elemento acuoso son casi siempre insulares ó si estan colocados sobre el continente es casi siempre cerca de la costa.

En cuanto á la ausencia de vacíos en las formaciones trapeanas, las apariencias son con frecuencia muy engañosas, porque todas las amigdaloides, como hemos demostrado, son rocas porosas en cuyas celdillas ha penetrado ulteriormente una materia mineral (sílice, carbonato de cal ú otras), algunas veces quizá por secrecion durante el enfriamiento y la consolidacion de la lava.

En Little Cumbray, una de las islas Western, cerca de Arran, la amigdaloide contiene accidentalmente cavidades prolongadas llenas de espato pardo; y cuando los nódulos han sido quitados, se ven las paredes de las cavidades tapizadas del barniz vítreo tan característico de los poros de una lava esquistoidea. En ciertas partes de la roca sustraidas á la accion del aire y del agua, las celdillas estan vacías y parece que lo han estado siempre. No se puede por consiguiente distinguir estas amigdaloides de ciertas lavas modernas.

El doctor Mac Culloch observa con razon que es discutir simplemente sobre palabras, rehusar á las antiguas erupciones de trapp el nombre de volcanes submarinos; porque hay semejanza entre los dos fenómenos, á lo menos en todos los puntos esenciales, aunque los trapps no despidan hoy llamas ni humo. Segun el mismo autor, no seria improbable que algunas de las rocas volcánicas de estos paises hubieran sido vomitadas al aire.

Aunque los principales elementos mineralógicos de las lavas sub-aéreas sean idénticos á los de los trapps de intrusion, y aunque la estructura columnaria globular pertenezca en comun á las dos clases de rocas, ciertos productos volcánicos no se encuentran jamás en las capas de lava: tales son; el greenstone, el pórfido mas cristalino y esos trapps en que el cuarzo y la mica figuran en el número de los elementos constitutivos. En una palabra, las rocas trapeanas de intrusion que foman el paso entre las lavas y las rocas plutónicas, se separan tanto mas por sus caracteres de la lava cuanto mas se aproximan al granito.

FORMA EXTERIOR, ESTRUCTURA Y ORÍGEN DE LAS MONTAÑAS VOLCÁNICAS.

Ya hemos hablado en el último capítulo del orígen de los conos volcánicos y cumbres crateriformes. La formacion de estas montañas ó islas es muy anterior á la era histórica. Sus posiciones mas antiguas presentan los mismos caracteres exteriores y la misma estructura que la mayor parte de los volcanes apagados de la época, aun mas remotos. Ahora bien; estos últimos son indudablemente debidos á una serie complicada de operaciones que han diferido por las circunstancias, segun que la acumulacion se ha ope-

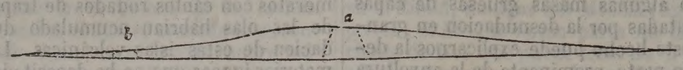
rado encima ó debajo del nivel del mar, que la lava ha salido por una ó varias aberturas contiguas, y en fin, que las rocas sometidas á la fusion en las regiones subterráneas han contenido mas ó menos sílice, potasa, sosa, cal, hierro y otros elementos.

Mejor conocemos los efectos de las erupciones sobrevenidas encima de las aguas, es decir, de las llamadas sub-aéreas y supramarinas.

Sin embargo, aun los productos de estas últimas son tan complicados que se han expresado en este punto una porcion de opiniones contradictorias.

Cráteres y calderas.—Isla de Sandwich. En la parte geológica del viaje de exploracion emprendido bajo la proteccion de los Estados-Unidos, Dana nos enseña que dos de los principales volcanes en las islas de Sandwich, los montes Loa y Kea, en Owyhee, son vastos conos truncados de mas de 4,000 metros de altura, cada uno de los cuales equivale por sus dimensiones á dos veces y media el Etna.

De la cumbre de estos montes y por aberturas si-



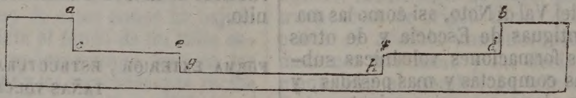
Monte Loa en las islas de Sandwich (Dana).
a. Cráter de la cumbre. *b*. Cráter lateral de Kilauea. Las líneas puntuadas indican una columna supuesta de roca sólida dejada por la lava que se ha solidificado despues de las erupciones.

tuadas no lejos de su extremidad superior, han salido sucesivamente corrientes de lava de tres ó mas quilómetros de anchura y á veces hasta de 42 quilómetros de longitud. Estas corrientes salidas una despues de otra, algunas en épocas modernas, han seguido todas las direcciones y recorrido pendientes inclinadas de 4 á 8 grados, pero en algunos puntos mucho mas escarpados. A veces, hendiduras profundas, abiertas en los lados de estas montañas cónicas han sido llenas por corrientes de lava que pasaban por la superficie, y la materia líquida consolidándose ha formado diques.

El cráter lateral de Kilauea, *b*, se eleva á 1,210 metros sobre el nivel del mar; tiene pues, próximamente la misma altura que el Vesuvio. Presenta en su parte media una depresion de 300 metros de profundidad, cuyo borde no mide menos de 3 á 5 quilómetros de diámetro. Se ve ordinariamente la lava hervir en el fondo, en una especie de lago cuyo nivel cambia continuamente; subiendo y bajando el líquido algunos centenares de decímetros, segun el estado de actividad ó de reposo del volcan. Pero en lugar de desbordarse por encima del cráter, como sucede de ordinario en los respiraderos volcánicos, la columna de roca fundida, luego que la presion ha llegado á su parasismo, se abre paso al través de alguna galería subterránea ó hendidura que conduce al mar. Coan, misionero americano, ha descrito una erupcion, que observó en junio de 1840, en el momento en que la lava, que se habia elevado muy alta en el abismo, empezaba á correr. Su direccion fue anunciada primero por la aparicion de una luz viva que partia del fondo de un antiguo cráter llamado Arare. Este cráter actualmente cubierto de un bosque, tiene 120 metros de profundidad; está situado á 9 quilómetros de Kilauea: esta bajó durante tres semanas hasta que la erupcion hubo cesado, y entonces el lago habia descendido 120 metros mas abajo de su nivel anterior. El paso de la materia flúida de Kilauea á Arare, se verificó pues por debajo de tierra, y Coan supone que fue á mas de 300 metros bajo la superficie. La segunda indicacion de la marcha subterránea de la misma lava, se presentó á 2 ó 3 quilómetros de Arare: la corriente de fuego hizo erupcion y vino á esparcirse exteriormente en una superficie de algunas hectáreas; en seguida volvió á tomar su camino por debajo del suelo, avanzó algunos quilómetros en la direccion del mar y reapareció tercera vez en el fondo de otro antiguo cráter igualmente cubierto de árboles y que llenó en parte. La corriente desapareció otra vez en cierta distancia, despues se abrió una nueva salida que fue la última á 43 quilómetros de Kilauea, en un punto que el capitan Wilkes asegura estar á 380 metros sobre el nivel del mar. Desde allí la corriente siguió una longitud de 19 quilómetros á cielo abierto, se precipitó en seguida de una quebrada de 15 metros de altura, y corrió despues al mar por espacio de tres semanas. Habia recorrido 60 quilómetros desde Kilauea. La costra del suelo en todo el camino que habia seguido la lava subterránea estaba atravesada por innumerables hendiduras que despedian vapor, y en algunos puntos la roca subyacente se habia elevado de 6 á 9 metros.

Así este solo volcan presenta á la vez el ejemplo de una lava que corre de la cumbre de un cráter muy elevado y de una materia fundida que avanza por debajo de tierra. En cuanto á esta no puede asegurarse si ha formado tablas entre los productos estratificados de las erupciones anteriores, ó si las ha penetrado por hendiduras oblicuas ó verticales. En un punto particular ó en cierta extension se dice, que se ha dirigido lateralmente levantando el suelo á su paso.

El corte siguiente del cráter de Kilauea está trazado segun el diámetro mas corto *ab* que mide unos 2,285 metros. Las rocas que forman el recinto *ac* y *bd* son la mayor parte enteramente verticales y se



Corte del cráter de Kilauea en las islas de Sandwich.
a, *b*. Bordes exteriores de la depresion en su diámetro mas corto.—*c*, *e*, *f*, *d*. Blackledge.—*g*, *h*. Lago de lava.

eleva á 200 metros. Se componen de una roca compacta dispuesta en hiladas casi horizontales las cuales no estan separadas por escorias, y presentan un espesor que varía desde algunos milímetros á algunos metros. Debajo de estas hiladas se llega al *Black-Ledge* (escalon negro), *ce* y *fd*, compuesto de materiales semejantes y estratificados. Este escalon ó reborde está elevado á 100 metros sobre el lago de lava *gh* cuyo circuito forma. La cavidad *ab* y sus paredes son probablemente debidas á un hundimiento de las rocas primitivas ocasionado por la fusion de sus bases. El reborde inferior *ce* y *fd* ha podido resultar en parte de un descenso vertical de la masa; pero la otra porcion ha sido sin duda producida por las tablas

de lava que han corrido una trás de otra sobre el Black-Ledge. Si algun dia el fluido calentado subiendo desde el hogar volcánico hasta la parte inferior de la gran abertura aumentára de volúmen, podria esparciéndose bajo tierra, fundir mucho mas lejos las masas subyacentes y produciendo casi una falta de apoyo ensanchar los límites del anfiteatro de Kilauea. Se distinguen en diferentes puntos en las cercanías de Kilauea indicios nada equívocos de hundimientos de mas de 30 y de 60 metros. Estos hundimientos estan limitados por paredes verticales. Si todos estuviesen reunidos, constituirian una superficie de 13 quilómetros cuadrados, ó dos veces la de Kilauea misma. Accidentes semejantes se han verificado sin duda en la cumbre del monte Loa, porque en este punto, la presion hidrostática de la lava que llega á los bordes del cráter mas elevado, *a* debe ser considerable y provocar la formacion de hendiduras laterales. En semejantes casos, la lava se precipita en toda la abertura que se la presenta y principia á producir sus efectos subterráneos. Si entonces la materia fundida encuentra, á un nivel inferior, algun punto por donde pueda escaparse, sucede á veces que todo el vértice de la montaña, ó su mayor parte se desploma.

Se han observado en tiempos modernos ejemplos de fenómenos semejantes en Java y en los Andes. Asi se explicaria el por qué, de ordinario, en las montañas volcánicas, un cono actualmente en actividad está rodeado de ruinas de otro cono, mas ancho y mas antiguo, que termina habitualmente por un precipicio en forma de media luna, vuelta hácia la elevacion mas moderna. En cuanto á los volcanes apagados despues de mucho tiempo, el poder de erosion ejercido por el agua en movimiento, ó en ciertos casos el del mar, ha modificado grandemente á veces la forma de el *atrium*, de decir, el espacio comprendido entre el cono mas antiguo y el mas moderno. La cavidad ha debido prolongarse asi hácia el fondo y acabar formando una quebrada. Entonces casi no es posible calcular la cantidad de rocas que faltan ó que han sido arrebatadas por la explosion en la época en que el cráter original se hallaba en actitud, ni aun estimar cual ha sido mas adelante la porcion sepultada ó desnuda.

Java. En la isla de Java, segun el doctor Junghuhn, cuarenta y seis eminencias cónicas de una altura que varia de 1,220 á cerca de 3,660 metros sobre el nivel del mar, constituyen los picos mas elevados de una cordillera montañosa dirigida al través de la isla de Este á Oeste. Todas estas eminencias, á excepcion de una sola, han sido visitadas y gráficamente representadas por el infatigable viajero que acabamos de citar. En ninguna de ellas se han descubierto restos orgánicos ni en sus costados ni en el interior, aunque existan capas de formacion marina mas cerca del mar á niveles inferiores. El doctor Junghuhn atribuye el orígen de cada uno de estos volcanes á una sucesion de erupciones sub-aéreas producidas por una ó varias aberturas centrales. Las escorias, la ceniza, y los fragmentos de rocas habrian sido lanzados á la atmósfera, y corrientes de lava traquítica ó basáltica habian descendido á lo largo de las pendientes. En épocas muy modernas se han visto productos semejantes vomitados por las cumbres mas elevadas de estos picos. La pendiente exterior de cada cono es generalmente mas escarpada en su extremo superior donde las capas volcánicas presentan al mismo tiempo mayor inclinacion, 20, 30 y aun 35 grados; pero estas van haciéndose cada vez menos inclinadas á medida que descienden y cerca de la base del cono la oblicuidad no es mas que 10 y muchas veces 4 ó 5 grados. El encuentro de las lavas de varios volcanes inmediatos unos á otros produce algunas veces especies de mesetas de grande altura ó *sillas* cuyos lechos estan ligeramente inclinados. En la cumbre de algunos de los montes mas elevados, el cono y el cráter, hoy en actividad, tienen cortas dimensiones y estan rodeados de una llanura de cenizas y de arena. Esta llanura está circunscrita á su vez por lo que el doctor Junghuhn llama *antiguo recinto del cráter* el cual mide hasta 305 metros de altura vertical. Existe tambien algunas veces como en el monte llamado Tengger un terraplen de altura intermedia comparable al *Black-Ledge* de Kilauea. Muchos de estos espacios asi rodeado de una fila de rocas semicirculares ó circulares completas, tienen dimensiones muy superiores á las de todo lo que conocemos en materia de cráteres ó de depresiones ocupadas por un lago de lava líquida. A estas cavidades se les ha dado el nombre de caldera que se puede emplear en un sentido técnico cualquiera que sea el orígen que se atribuya al fenómeno. Algunas de estas cavidades en Java no tienen menos de 4 millas geográficas de diámetro (cerca de 7 quilómetros y medio), y Junghuhn atribuye su formacion á una truncadura producida por explosion y por hundimiento de antiguos conos de erupcion. Desgraciadamente aunque varios de estos y los mas elevados hayan perdido una parte de su altura en tiempos históricos, ni los habitantes de Java ni sus dominadores holandeses nos han trasmitido hasta ahora noticia alguna sobre el orígen y la marcha del fenómeno de que acabamos de tratar.

El doctor Junghuhn cree que el Papandayang ha perdido una parte de su cumbre en 1772, pero la mayor parte de las ciudades que se dice fueron sepultadas por el hundimiento del suelo serian simplemente cubiertas por la lava.

Desde el punto culminante de varias *calderas* de Java corren rios que con el tiempo han abierto profundos valles en los costados de la montaña. En general las pendientes exteriores de cada cono estan surcadas por estrechas quebradas rectilíneas de 60 á 180 metros de profundidad, que irradian desde la cumbre en todas direcciones, y se hacen mas numerosas á medida que descienden. Las crestas ó costillas que separan estas quebradas se parecen en su disposicion á las ballenas de una sombrilla. Una montaña no presenta mas arriba de los 3,050 metros surcos ni crestas; á 3,050 metros no hay mas de tres, mientras que 150 metros mas abajo se encuentran hasta cuarenta. Parecen todos producidos por la accion del agua corriente y si algunas veces interrumpen el borde de una caldera, es porque el cono ha sido truncado bastante abajo para que su cumbre no se eleve hoy mas que hasta la antigua region media en que los torrentes han abierto tales escabrosidades. Se debe deducir de estos hechos que si un cono se libra hoy de la destruccion producida por una explosion ó por un hundimiento, puede permanecer intacto en su porcion superior, mientras que en un tiempo dado se cubrirá en su base de profundas quebraduras abiertas por los torrentes.

El doctor Junghuhn ha observado, como lo habia hecho tambien Dana en las islas del Pacífico, que las montañas volcánicas por anchas que sean y por expuestas que se hallen á las grandes lluvias, no tienen rios, mientras que el fuego obra en su interior y el cráter mas elevado continua arrojando de tiempo en tiempo escorias y torrentes de lava. Estas inyecciones y corientes de roca fundida llenan todas las desigualdades y depresiones superficiales en que las aguas podrian acumularse; ademas, el terreno es tan poroso que el arroyuelo mas pequeño no podria formarse en él. Por el contrario, cuando los fuegos subterráneos han alimentado durante mucho tiempo las erupciones y se hallan casi agotados, cuando tambien las escorias superficiales y las lavas se descomponen y se cubren de un suelo arcilloso, la erosion por las aguas empieza muy pronto sus operaciones con una energía proporcionada á la rapidez de la pendiente y á la naturaleza incoherente de la arena y de las cenizas. Las lavas mas sólidas son á veces cavernosas, casi siempre

alternan con escorias y tobas, cuya desagregacion es fácil; entonces resisten menos á los agentes exteriores y la mayor parte se reducen pronto al estado de fragmentos de una pequeñez que permite su desalojamiento, porque la division se verifica en ellas por medio de junturas verticales ó hendiduras, y produce columnas.

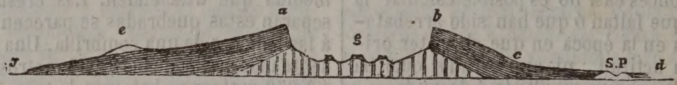
Islas Canarias.—Palma. Palma está situada á 46 millas geográficas (unos 85 quilómetros) al Oeste de Tenerife. Vista desde el estrecho que separa las dos islas parece componerse de dos masas montañosas principales entre las cuales se halla la depresion ó paso de Tacanda elevado unos 1,400 metros sobre el nivel del mar. Aparte de ciertas irregularidades que mencionaremos mas adelante, la mas septentrional de estas masas presenta por la forma general una gran semejauza con un cono truncado; en el centro muestra una extensa y profunda cavidad llamada por los habitantes la caldera. Esta cavidad mide de 3 á 4 millas geográficas de diámetro y los precipicios que forma en su recinto se elevan á 750 metros verticalmente. En la base de estos empieza una pendiente escarpada que cubre un espléndido bosque de pinos que se prolonga hasta 300 y algunas veces 600 metros mas abajo. El centro de la caldera se eleva á unos 600 metros sobre el nivel del mar. Hácia la mitad septentrional de la cresta circular se encuentran picos que cuentan mas de 2,000 metros sobre el mismo nivel. Cada año se cubre aquella parte de un manto de nieve durante los meses de invierno.

Exteriormente las vertientes del cono truncado se inclinan en todas direcciones, las pendientes son mas verticales cerca de la cresta y mucho menos á medida que se acercan á la comarca baja. Un gran número de quebradas toman su orígen en los lados de la montaña partiendo á corta distancia de la cumbre; poco profundos al principio adquieren mayores dimensiones á niveles mas bajos y al mismo tiempo aumentan en número como en los conos de Java de que hemos hablado anteriormente.

La cresta escarpada y circular de la Caldera es contínua en toda su longitud hasta el punto Sudeste en que el torrente que escurre sus aguas se ha abierto una garganta profunda (*b*, *b'* fig. 544); apenas existe un sendero por donde pueda bajar el que visita aquellos lugares si se exceptúa el paso llamado *Cumbrecito*. Este paso es un collado, punto de vertiente de las aguas, situado á unos 600 metros sobre el nivel del fondo de la Caldera y á 1,200 sobre el del mar; se encuentra en el límite preciso de dos formaciones geológicas de que vamos á hablar al monento. Corresponde igualmente á la altura en que en otros puntos de la Caldera, los precipicios verticales se unen á una especie de declive ó pendiente peñascosa cubierta de pinos. La otra entrada y es la principal por donde la Caldera arroja sus aguas, penetra por la gran quebrada ó *Barranco* (*b*, *b'* fig. 544) que se extiende desde la extremidad Sud-Oeste de la Caldera hasta el mar, distancia de unos 8,300 metros, en el espacio asi compredido, el agua del torrente llega de una altura de cerca de 460 metros.

El bosquejo que representa la fig. 545 ha sido sacado desde un punto del mar que Lyell dice haber visitado, y añade, que puede asegurarse que varios conos laterales han debido producirse á lo largo de la gran pendiente hácia la izquierda, asi como numerosos y profundos surcos que nacen cerca de la cumbre é irradian hácia el mar (Véase la fig. 544). Indudablemente el mar no puede penetrar por el gran barranco como podria creerse al ver este bosquejo.

El siguiente corte está trazado al través de la isla, desde Santa Cruz de la Palma á la puna de Briera, ó desde el Sudeste al Nor-Oeste. Las alturas son proporcionales á las distancias horizontales.



Seccion al través de la isla de la Palma desde la punta Briera al N. O. hasta Santa Cruz de la Palma al S. E.

a, *b*. La Caldera (altura de *a* 1,830 metros).—*c*. Punto donde comienza la pendiente mas rápida.—*d*. Santa Cruz de la Palma ó Tedote.—*e*. Cono lateral, 1,200 metros sobre el nivel del mar.—*f*. Punta de Briera.—*g*. Uno de los trozos de la formacion superior en el centro de la Caldera.—S. P. Cono y cráter, medio sepultados, de San Pedro.

Se ve á las lavas inclinarse ligeramente hácia el mar en Santa Cruz donde se las observa alrededor del cono de San Pedro que ya casi han sepultado sin penetrar en el cráter. Alejándose del mismo punto de la costa y subiendo el profundo Barranco de la Madera, se observan justamente debajo de *c*, las lavas basálticas inclinándose bajo un ángulo de 5° sin que existiera dique alguno en aquella parte. Mas arriba, donde las fajas inyectadas eran todavía raras, la inclinacion aumentaba de 10 á 15° y que se hacia mayor á medida que se acercaba á la Caldera en *b* donde estas fajas abundaban.

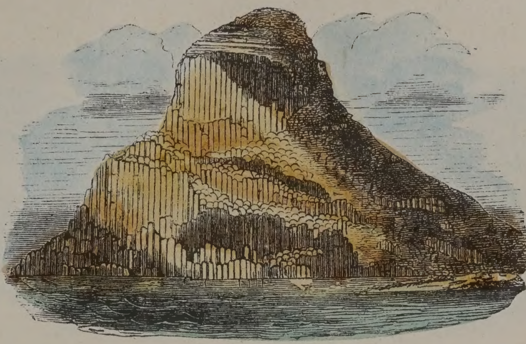
El corte que sigue es perpendicular al anterior, y atraviesa el cono en la direccion del gran Barranco, es decir, de N. E. á S. O.

De las dos líneas inclinadas que descienden de la caldera al mar por el fondo del Barranco, la mas inferior, *m i*, representa el lecho actual del torrente; la otra línea, *lk*, indica el nivel á que se ven por pedazos desprendidos, lechos de guijo muy elevado sobre el rio actual; se han indicado por medio de los espacios puntuados *k*; existen igualmente al Sud-oeste sobre la misma pendiente. Estos lechos, asi como los guijos y conglomeratos continuos mas inferiores en *l* y en *i*, son mas recientes que ninguna de las rocas volcánicas mencionadas en el corte.

La formacion volcánica superior de que hablaremos mas adelante, está atravesada de diques numerosos que no se han podido representar en tan pequeña escala. Las líneas verticales, trazadas sobre la formacion inferior, representan algunos de los diques que abundan tambien en aquel punto, unos perpendiculares, otros sin número inclinados y tortuosos al través de las mismas rocas. Las cinco prominencias de forma un poco piramidal, que se ven en el fondo de la Caldera (á cada lado de *m*), se parecen por su estructura y su composicion, á la formacion superior, y sin duda han descendido para tomar su posicion actual, si la Caldera ha sido producida por hundimiento ó bien se han deslizado hácia abajo, si la cavidad debe atribuirse principalmente á la accion erosiva de las aguas.

En la descripcion del corte hemos anunciado que las rocas que forman el recinto de la Caldera constituian en dos formaciones, superior é inferior. La primera presenta solo precipicios verticales, de cuya base desciende, en pendiente escarpada, la formacion inferior; pero, esta, aunque figurando exteriormente un declive, no se compone en realidad de materiales quebrantados ó fragmentos desprendidos de las rocas superiores; sino que la constituyen masas que se han formado allí mismo. Las dos formaciones son de orígen volcánico, pero difieren en composicion y en

551



544

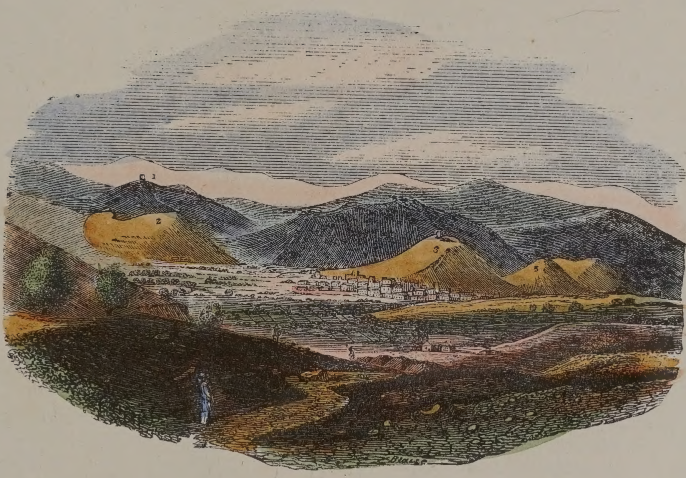


544. Carta de la caldera de Palma, y la gran quebrada llamada *Barranco de las Angustias*.—551. Vista de la Isla de los Cíclopes, en la bahía de Trezza.

549



552.



545

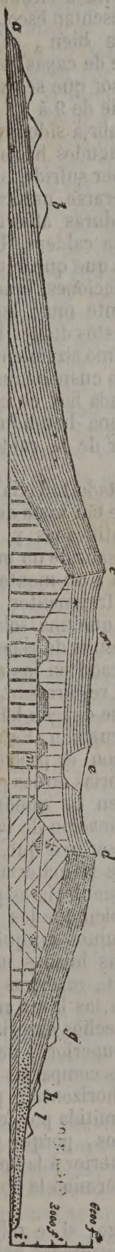


563



545. Vista de la isla de Palma y de la entrada de la cavidad central ó caldera.—549. Cráter de Lagoa, á 3 quilómetros Oeste de Machico en la isla de Madera.—552. Vista de los volcanes de las cercanías de Olot en Cataluña.—563. Diente del *Microlestes antiquus*, del trias superior de Wurtemberg; *b*. Corona aumentada del molar mas pequeño; *c*. Corona aumentada del diente mayor, con una porcion separada.

structura: en la superior los lechos son un aglomerato de escorias, de piedras y de lavas principalmente basálticas, inclinándose el todo hácia el exterior, y partiendo, en apariencia, del eje del cono original en ángulos variables de 10 á 28 grados. Las lavas sólidas



Corte de la isla de Palma del Nordeste al Sudeste.

Este corte pasa al través de la Caldera y el Barranco de las Angustias; las alturas son proporcionadas á las distancias horizontales.

a. Punta de Barlovento.
b. Uno de los conos S. SE. partiendo de la punta de Barlovento.
c. Pico de la Cruz, elevado 2,356 metros, y formando parte del borde septentrional de la Caldera.
cd La Caldera.
d. Cumbre del monte llamado Alejanado, de 1,802 metros de altura, que constituye la pared meridional de la Caldera.
e. El Cumbrecito, abertura la mas elevada que conduce á la Caldera.
f. Pico de Cedro, de 1,277 metros de altura; el punto mas elevado del borde oriental de la Caldera.
g. Cono lateral en los costados del Alejanado.
h. Cono de Argual.
i. Quebrada de Tazacorte.
k, l. Antigua línea de agua, oblicua, marcada por un límite superior de guijo ó conglomerato.
m, i. Nivel del rio ó torrente del Barranco de las Angustias.

no representan apenas mas de la cuarta parte de la masa entera, y se dividen en fajas de diversos espesores, algunas escoriáceas y vesiculares, otras mas compactas, y aun, en algunos casos, groseramente columnarias. Se ve todas estas masas mas pétreas adelgazarse en el exterior y concluir por extinguirse donde quiera que se las puede seguir horizontalmente. Brechas groseras ó aglomeratos, dominan en la porcion inferior como si el principio de la segunda serie de rocas hubiese señalado una era de violentas explosiones gaseosas. Ciertas hiladas de este agregado de piedras, de aristas pronunciadas y de escorias, llegan á una potencia de 60 á 90 metros. Estan reunidas por una pasta de polvo volcánico ó escoria espongiforme.

Al lado derecho del gran Barranco, cerca de su salida de la Caldera, se ha observado en el precipicio del borde una columna elevada de rocas amorfas, globulosas, cuyas escorias rojas ó de color de orin, estan como torcidas, y recordaban asi ciertas lavas que se observan en las pendientes del Vesuvio. Este hecho nos ha parecido demostrar que allá en otro tiempo, debió existir un respiradero ó canal de descarga, que fue sepultado posteriormente bajo los productos de nuevas erupciones. Diques sin número, mas ó menos verticales, que consisten principalmente en lava basáltica, atraviesan el recinto peñascoso de la Caldera; algunos terminan en montante, pero la mayor parte llegan hasta el borde de la cresta, y por consiguiente, son posteriores al precipicio entero.

No se ha podido descubrir en ninguna de las masas de aglomerato, acumuladas por las caidas sucesivas, alrededor de la base de los escarpados, una sola piedra ó fragmento desgastado por las aguas; cada piedra empastada conserva sus ángulos, ó si á veces se encontraban algunas globulares, eran escorias mas ó menos esponjosas, y cuya forma, bien evidentemente, no podia ser debida á la accion de las aguas. Seria imposible explicar la ausencia de cantos rodados, si la brecha grosera hubiese sido producida por la fuerza acuosa en una superficie horizontal tan extensa como la Caldera y las rocas volcánicas que la rodean. La única causa conocida, capaz de dispersar sin redondear sus bordes peñascosos tan pesados, algunos de los cuales miden hasta 2 metros de diámetro, habria sido el poder del vapor, á menos que se suponga al hielo una cooperacion con el agua en la produccion del movimiento en cuestion; pero la intervencion del hielo no podria ser admitida en aquella latitud (28°40′), porque en vano se buscan indicios de la accion glaciaria en las otras regiones montañosas de las islas Canarias.

La formacion inferior de la Caldera, es tambien de orígen ígneo. Difiere por su color dominante de la formacion superior; es verde, y en algunos puntos amarilla, en lugar de presentar el tinte pardo, ó el gris de plomo, ó bien los matices rojizos ordinarios al basalto y á las escorias que les estan asociadas. Se encuentran comunmente lechos de una toba ligeramente verdosa con rochas de traquito y de greenstone, hallándose el todo tan mezclado con diques unos verticales, otros oblícuos y algunos, en fin, tortuosos, que ha sido imposible determinar la inclinacion general de estos lechos aunque en la cumbre de la gran garganta ó Barranco se dirijan ciertamente hácia afuera, es decir, al Sur, como lo ha demostrado Bruch. Pero siguiendo el corte por la parte baja de la misma quebrada hácia el punto en que se divide el monte llamado Alejanado, y en que las rocas de la formacion inferior son muy cristalinas, se demuestra un hecho que no ha sido indicado por el geólogo prusiano, á saber: que varias fajas á descubierto en escarpados de 450 metros de elevacion, presentan una disposicion anticlinal con inclinacion primero al Sur y despues al Norte, en ángulos que varían de 20 á 40 grados. Es, pues, lícito presumir, que las capas mas antiguas han sufrido grandes movimientos antes de acumularse la formacion superior. Como estas capas no han presentado aun indicio alguno de restos orgánicos, no se puede saber positivamente si son de orígen sub-aéreo ó sub-marino. Se puede únicamente afirmar que han debido su produccion á erupciones sucesivas, principalmente de lavas feldspáticas y de tobas. Varias de ellas, que probablemente en el prin-

cipio han sido tobas poco consistentes, se han endurecido mucho mas adelante por el contacto de los diques, y han sufrido profundas alteraciones bajo otras influencias plutónicas; asi han adquirido una estructura semicristalina y un carácter casi metamórfico.

Es un hecho digno de observacion la existencia de una masa tan considerable de rocas volcánicas de una época antigua, precisamente en el sitio donde existe una acumulacion igualmente extensa de lavas y de escorias de otra época, comparativamente moderna; este hecho, por lo demás, se observa generalmente en puntos muy diferentes del globo. De esto debe deducirse, que si en la historia de los volcanes se citan comarcas que habian sido durante cierto período el foco de la accion ígnea mas intensa para entrar á la época siguiente en estado de reposo, del mismo modo tambien la manifestacion del calor subterráneo, ha debido muchas veces persistir en un mismo punto durante varios períodos geológicos sucesivos, disminuyéndose quizá algo por intervalos, pero volviendo muy pronto á aparecer con no menos energía que antes.

Tenemos que examinar tambien el orígen de la masa volcánica mas elevada, es decir, de la serie de rocas á que mas íntimamente se une la forma particular de la Caldera. ¿La masa ha poseido la forma de cúpula desde un principio, y ha crecido bajo esta forma por la superposicion de una cubierta cónica de lava y de cenizas que han envuelto otra masa preexistente, ó bien como Buch y su escuela admiten, las materias componentes se esparcieron primero mas ó menos horizontalmente, y fueron despues levantadas de una vez bajo la forma de esa cúpula, cuyo centro forma la Caldera? Tal es la cuestion que se presenta al principio. Siguiendo la primera hipótesis, el cono se habria elevado gradualmente y recibido cada una de sus capas con su inclinacion actual, y despues habria sido atravesado por todos sus diques antes que la Caldera se hubiera dibujado. Segun la otra hipótesis, la Caldera habria resultado de estos mismos movimientos que dieron la forma de cúpula á la masa é inclinaron mucho las capas; en otros términos, el cono y la Caldera datarian de una época contemporánea. Estas dos maneras de ver son singularmente opuestas; el alzamiento es el agente principal invocado por la una, y por la otra el descenso. El sentido fundamental de la palabra *cráter de elevacion*, se refiere á la especie de movimiento, al que cierta escuela atribuye el orígen de un cono ó de una caldera, mientras que los agentes principales para la escuela opuesta, son las explosiones gaseosas, los hundimientos y la desnudacion por las aguas.

La acogida favorable que ha tenido la doctrina de los alzamientos, se explica por varias circunstancias; una corriente de lava, se ha dicho, que se dirige sobre una pendiente de mas de tres grados, no podria depositar una roca pétrea de testura compacta; y si la inclinacion excede de 5 ó 6 grados, la materia volcánica no deja en su trayecto mas que una faja delgada y estrecha de naturaleza celular ó fragmentosa. Por consiguiente, en todo punto donde se encontrasen lechos paralelos de lava compacta contra los lados de una caldera, sobre todo si estos lechos miden cierto espesor, se podrá afirmar que fueron primitivamente solidificados sobre una pendiente muy suave; y si hoy se encuentran inclinados en ángulos de 10, 20 y 30 grados, deberá deducirse que han sido en un principio casi horizontales, y que solo mas adelante tomaron su estado de inclinacion actual; la misma conclusion se podrá aplicar á las capas de piedras, de escorias, tobas y conglomerados que alternan con ellos. Se supone que tal desarreglo de capas ha producido casi siempre una ancha abertura cerca del centro de alzamiento, y en la isla de la Palma, la caldera (que Buch llama *eje hueco del cono*), presenta un ejemplo de una solucion de continuidad de este género.

La teoría de los cráteres de alzamiento, ha suscitado ciertas objeciones, á las cuales hasta ahora no se ha contestado de una manera satisfactoria.

En primer lugar, en un gran número de calderas, en la de la Palma por ejemplo, el borde de la gran cavidad y la línea circular de precipicios que lo rodean, no presentan escotaduras en tres de sus cuatro lados; ahora bien, seria difícil comprender cómo una serie de capas volcánicas de 600 á 900 metros de espesor que se extendia en otro tiempo sobre una superficie de 9 á 11 quilómetros en su diámetro mas corto, habria sido levantada en masa é inclinada en ángulos agudos hácia todos los puntos del horizonte sin haber sufrido rotura alguna de importancia; deberia esperarse naturalmente encontrar en cada cara, hendiduras abiertas que se ensancharan al acercarse á la caldera. Los diques, en verdad, demuestran sin que quede duda, que la masa ha sufrido varias dislocaciones acaecidas en épocas sucesivas frecuentemente muy lejanas unas de otras. Pero ninguno de estos diques ha debido pertenecer al período del último alzamiento; porque si la caldera hubiera existido cuando comenzaron, la materia en fusion solidificada hoy en cada dique, en lugar de infiltrarse en una hendidura, habria corrido hasta la parte inferior de la caldera para llenar la gran cavidad.

Se ha objetado todavía la imposibilidad de admitir que una serie tan vasta de aglomeratos, de tobas, de piedras estratificadas y de lavas muy escoriáceas, haya podido salir de un punto limitado, sin dar bien pronto orígen á un montecillo y á veces á un monte elevado. Los fragmentos muy angulosos de los aglomeratos, de que una sola capa mide algunas veces de 60 á 90 metros de espesor, han debido despues de haberse chocado en los aires, caer de nuevo cerca del borde del respiradero, y disponerse en fajas inclinadas, que se dirigen hácia la parte exterior del eje central de erupcion. Esta hipótesis concuerda perfectamente con el predominio de los aglomeratos, piedras y escorias en las paredes circulares de la caldera; pero en las quebradas mas próximas al mar, donde la inclinacion de las capas disminuye hasta el punto de no ser mas que de 10 ó aun de 5 grados, la proporcion de la materia maciza comparada con la materia fragmentaria es precisamente la inversa. Es natural tambien que los diques sean mas numerosos en los puntos en que las eyecciones han estado respecto á las hiladas muy sólidas en la proporcion de 3 á 1, mientras que los diques seran mas raros cuando las lavas macizas predominen. Algunos de los hechos escoriáceos fueron quizá las extremidades superiores de las corrientes que dieron orígen á rocas compactas y se esparcieron en una comarca mas horizontal; pero esta sobreposicion no podria ser admitida por los partidarios de la teoría de los alzamientos, porque prueba la existencia de un cono muy anterior á la época de la catástrofe que segun ellos determinó la formacion de la montaña cónica.

Sin embargo, si se rehusa admitir que las capas hayan sido levantadas por un esfuerzo posterior á la acumulacion de todas las rocas compactas y fragmentarias ¿cómo explicar la gran inclinacion de ciertas lavas compactas sobre las pendientes de la Caldera? Estas lavas tienen á veces de 15 á 30 metros de potencia; presentan una forma lenticular cuando se miran desde la parte inferior de los escarpados y segun toda apariencia son paralelas á los lechos de escorias y de piedras que estan asociadas á ellas. Pero desgraciadamente es imposible subir hasta la cumbre y saber si este paralelismo no es una simple ficcion. Las fajas sólidas no se extienden generalmente sino

sobre pequeños espacios horizontales, y algunas no son mas que lavas de intrusion de la naturaleza de los diques y mas ó menos paralelas á los lechos de eyeccion. Lavas de esta especie debieron en una época en que el cráter estaba lleno, abrirse un paso entre las capas muy inclinadas de escorias y de piedras. Es sabido que las lavas se extienden á veces desde los costados ó la base de un cono en lugar de elevarse sobre los bordes del cráter. Sin embargo, una ó dos de las masas petrosas que acabamos de citar, parece que se asemejan á las lavas que corren por la superficie del suelo. Han tomado sin duda la forma sólida sobre el ancho borde formado por el circuito del cráter. Este mismo circuito presentó sin duda una anchura considerable despues que el cono fue parcialmente truncado. Ademas ciertas lavas pueden á veces haber llenado parcialmente el *atrium* ó en el caso particular de la Somma y del Vesuvio, lo que se llama *atrio del Cavallo*, es decir; el espacio comprendido entre el nuevo y antiguo cono. Cuando por medio de productos de nuevas erupciones se ha constituido una pendiente uniforme, y los dos conos se han reunido en uno solo, la ruptura inmediata de un lado de la montaña puede mostrar, al través de las paredes de la caldera, una masa de roca compacta de gran espesor, reposando sobre las eyecciones y cubierta por ellas. Semejantes enclaves de lava sólida se formaran en los costados de cada montaña volcánica siempre que se encuentren conos laterales ó como se les llama, conos parásitos que interrumpiran ó detendran la corriente de lava y á veces presentaran profundos cráteres en los cuales se precipitará la materia fundida.

La intervencion de estas diferentes causas, nos explica bien algunos casos excepcionales de lechos de roca maciza intercalados en medio de otros lechos de una naturaleza movediza ó escoriácea, presentándose el todo muy inclinado. Pero para explicar una sucesion de lavas compactas y verdaderamente paralelas en una gran inclinacion, es preciso suponer que estas lavas han corrido originariamente á lo largo de los costados de un cono oblícuo 4 ó 5 grados como sucede en muchos volcanes activos y que posteriormente han adquirido una pendiente mas escarpada. Seria temerario excluir toda fuerza de dislocacion local durante el desarrollo de una montaña volcánica. Se ven ciertos diques que cruzan á otros diques de una composicion diferente, lo cual indica una oposicion de edad. El volúmen de las rocas que llenan las innumerables hendiduras que se observan en la Palma, debe ser enorme y si llegara á ser arrastrado, la masa de las eyecciones se derramaria infaliblemente y perderia á un mismo tiempo su altura y su base. La inyeccion de tal materia en estado líquido debió ir acompañada de una distension gradual del cono, la cual se operaria al mismo tiempo por adiciones interiores y exteriores.

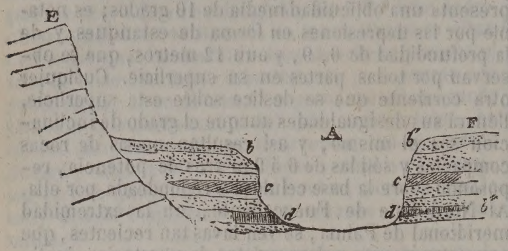
Pero en la hipótesis de los alzamientos no puede admitirse una inclinacion que aumenta por desgarramientos é inyecciones tan repetidas, porque seria necesario suponer al mismo tiempo que las pendientes se habrian hecho cada vez mas escarpadas á medida que el cono habia envejecido y crecido; y despues como consecuencia, que las capas superiores de lava sólida se habrian conformado á superficies ya inclinadas 20 y aun 28 grados como en el caso particular de la Caldera de Palma.

Los defensores de la hipótesis de los alzamientos, son pues consecuentes consigo mismos, cuando atribuyen el movimiento total de las capas, ya sean sólidas, ó incoherentes exclusivamente á una catástrofe terminal. El desarrollo absoluto de la fuerza subterránea es para ellos el último incidente de cada serie de operaciones volcánicas, la última escena del drama, y deducen la naturaleza paroxismal del acontecimiento final, de la ausencia de todo signo de la accion sucesiva é intermitente que caracteriza los fenómenos volcánicos anteriores.

Ciertos geólogos creen que ninguna lava es capaz de solidificarse corriendo sobre una pendiente de mas de 3 grados. Esta opinion debe ser errónea. La lava que se ha esparcido desde el cono de Llerena cerca del Puerto de Orotava en Tenerife es en parte muy columnaria; sin embargo ha descendido por una inclinacion de 6 grados. Otra corriente de lava de aspecto moderno, cerca de la villa del Passo en Palma, presenta una oblicuidad media de 10 grados; es notable por las depresiones en forma de estanques y de la profundidad de 6, 9, y aun 12 metros, que se observan por todas partes en su superficie. Cualquier otra corriente que se deslice sobre esta superficie, llenará sus desigualdades aunque el grado de inclinacion sea el mismo, y así resultan masas de rocas compactas y sólidas de 6 á 9 metros de potencia, reposando sobre la base celulosa ó redondeada por ella. Al Nord-Este de Fuencaliente, en la extremidad meridional de Palma, se ven lavas tan recientes, que aun estan negras y desprovistas de vegetacion, inclinarse hasta formar ángulos de 22 grados; y sin embargo contienen enormes masas de piedra compacta que se han consolidado principalmente contra las paredes de cavidades de 6 á 9 metros de profundidad. Estas paredes se componen de lechos cuya consolidacion ha marchado del exterior al interior; en el centro ha quedado un canal ocupado por la lava que parece haber sido bastante líquida para correr al exterior y dejar asi una abertura arqueada, mientras que el techo se ha hundido muchas veces en el interior. La fuerza de la corteza de escorias en la extremidad inferior de la corriente de lava donde han existido semejantes cavidades, ha debido bastar para detener el progreso de esta corriente durante horas y aun dias y al mismo tiempo, la consolidacion ha podido verificarse bajo una gran presion hidrostática.

Antes de abandonar la Palma, tenemos aun que resolver una cuestion, la de la cantidad de desnudacion que se ha operado en la Caldera y sus cercanías. Suponiendo que la gran cavidad ó por lo menos una parte de esta cavidad haya resultado de la truncadura de un cono, como hemos hecho suponer en el curso de nuestras explicaciones anteriores, ¿hasta qué punto se ha ensanchado despues y su forma se ha modificado por la erosion acuosa? Existe como hemos dicho en el gran Barranco un conglomerato compuesto de guijarros perfectamente redondeados y de mas de 250 metros de espesor. Este depósito enorme desarrollado en una longitud de 5 á 6 quilómetros, procede evidentemente de la destruccion de rocas análogas á las de la Caldera, porque el torrente actual acarrea incesantemente peñascos de la misma naturaleza y de toda especie de tamaño; les redondea por el frote en su lecho ¿En virtud de qué cambios de configuracion ocurridos en la isla, posteriormente á la formacion del volcan antiguo y su Caldera, se ha producido pues esta vasta acumulacion que despues se ha dividido en una profundidad de 250 metros? La quebrada en cuyo fondo corre hoy el torrente, penetra hasta cierta profundidad la masa del conglomerato antiguo. La presencia de dos ó tres lechos de lava contemporánea situados entre las capas de pudinga no debe sorprendernos; porque aun en tiempos históricos se han verificado erupciones en la mitad meridional de de Palma. Estas masas de lava basáltica una de las cuales presenta la estructura columnaria, no han sido vomitadas por la caldera, sino que han salido de conos mas cercanos al mar é inmediatos al Barranco, por ejemplo, del cono de Argual y de otros. Son de la misma edad que el conglomerato y se componen solamente de tres ó cuatro corrientes de extension limitada; en muchos puntos las quebradas que forman

la orilla del rio estan desprovistas en una y otra ribera de toda formacion volcánica. Al lado derecho del Barranco el conglomerato se detiene al Oeste contra el precipicio elevado E (véase la adjunta figura), que no es mas que una prolongacion de la porcion occidental del recinto de la Caldera. Puede suceder que su extension al Este de b' sea muy considerable, pero no podria afirmarse por qué esta porcion se halla oculta bajo las escorias y lavas modernas que se han esparcido sobre la gran meseta F.



A. Quebrada ó Barranco de las Angustias cerca de su terminacion, en Palma.
b, b', b''. Conglomerato, de 245 metros de espesor en algunos puntos.
c, c'. Corriente intercalada en los lechos de conglomerato.
d, d'. Otra corriente mas antigua de lava basáltica, en parte columnaria.
E. Precipicio de antiguas rocas volcánicas de la formacion superior, prolongacion del borde occidental de la Caldera.
F. Meseta sobre la cual está edificada la villa de Argual.

Como no se encuentran restos orgánicos en el guijo antiguo, no hay medio alguno positivo de determinar si es fluoral ó marina. La altura de su base sobre el mar en el punto en que su espesor pasa de 250 metros, es de 116 metros; pero algunos trozos se elevan á niveles de 300 y 460 metros. Una masa tan considerable de guijo, prueba la sustraccion de una porcion de materiales de la Caldera por la accion acuosa. Que el elemento de transporte haya sido el agua del rio ó la del mar, no es menos cierto que una gran parte de los fragmentos volcánicos, arena, piedras y escorias arriba descritas como pertenecientes á la formacion superior de la Caldera, no dejarian tras de sí mas que muy pocos cantos rodados; con todos estos depósitos perecederos, serian arrastrados en forma de limo al Atlántico. Las porciones mas duras perderian por la destruccion misma de sus aristas y su conversion en cantos, mas de la mitad de su masa original para ofrecer al lecho del Océano una cantidad enorme de materias sedimentarias. Lyell dice, que vió en la Caldera grandes peñascos que el agua habia desprendido quince dias antes, y que habian rodado de los precipicios superiores durante la fundicion de las nieves; grandes estragos continuaban verificándose en la porcion inferior de las rocas bajo la influencia de las mismas causas. En la primavera de 1854, una gran corriente de agua se precipitó del barranco derribando á su paso muchas quintas. La accion de erosion, aun de la lluvia y de los rios, ayudada de temblores de tierra, podria sin duda alguna durante el curso de las edades, llenar un valle tan ancho como la Caldera, pero probablemente de otra forma. Puede muy bien atribuirse á causa volcánica la línea circular de rocas que circunscribe la Caldera, porque se parece de una manera sorprendente á los precipicios que rodean por tres lados al Val del Bove del Etna; ademas concuerda perfectamente con la descripcion que ha dado Junghuhn de los *antiguos muros de los cráteres* activos de Java, algunos de los cuales igualan sino exceden á la Caldera de Palma. Esta fue quizá en el principio un verdadero cráter, el cual mas tarde se ensanchó formando caldera por la destruccion parcial de un gran cono; pero si esto fue asi, la desnudacion ha debido producir despues grandes modificaciones. Ningun geólogo podria hoy precisar la parte que se debe á la accion de las aguas y á la de los volcanes. El fenómeno de un rio que se abre un lecho al través de una masa gruesa de aluvion antiguo depositado durante las oscilaciones de nivel de las tierras, no es exclusivo de las comarcas volcánicas, y no insistiremos mas aquí en su explicacion, remitiéndonos á lo dicho acerca de esto en el capítulo séptimo.

¿La desnudacion ha sido producida por las aguas del mar ó por las aguas fluviales? Tal es la cuestion importante que nos resta examinar. Hemos demostrado, que las materias componentes del gran cono ó conjunto de conos del Norte de Palma, eran de orígen sub-aéreo; lo hemos probado por la irregularidad de los fragmentos de rocas que existen en los conglomeratos; pero se puede preguntar, si cuando se formó la Caldera, mucho tiempo despues, no se estableció con el mar, por el gran Barranco una comunicacion análoga á la del cráter de San Pablo; y aun si despues de un período de sumersion parcial, la isla no se habia elevado de nuevo á su altura original. En tal caso las aguas al retirarse, habrian dejado tras de sí un conglomerato formado en parte de cantos de rio amontonados en los puntos en que el torrente habria penetrado sucesivamente en el mar, y en parte de piedras redondeadas por las aguas. El torrente habria abierto por último una quebrada profunda en el guijo y en las lavas que le estaban asociadas, en la época en que la tierra empezó de nuevo á elevarse. Semejantes oscilaciones de nivel, aun cuando pasáran de 600 metros, se hallan muy lejos de ser improbables, y aun nos permiten explicar mas naturalmente que por ninguna otra causa, el orígen de la configuracion del país. En cuanto al hecho de que hasta hoy no se haya descubierto ninguna concha marina en el conglomerato, las investigaciones no han sido bastante completas para autorizarnos á aprovechar una prueba tan negativa. Pero encontrándose conchas marinas y briozoarios en gran abundancia en ciertos conglomeratos marinos elevados de la gran Canaria, y no hallándose por el contrario cuerpos organizados en el Barranco de las Angustias, se ha considerado por algunos el guijo antiguo como de orígen fluvial. Tales conclusiones son siempre dudosas cuando no se apoyan sobre pruebas mas positivas, y la intervencion del mar explica quizá mucho mejor que la accion fluvial diferentes fenómenos á que la Caldera y el Barranco deben su configuracion. Citaremos un solo ejemplo, el de la quebrada elevada E (véase la última fig.) ya mencionada, y otra que se extiende desde 6 ú 8 quilómetros de la Caldera hácia el mar, en la orilla derecha del Barranco, mientras que ninguna otra quebrada de altura ó de estructura análogas se encuentra en la otra orilla, donde por el contrario se observa, en una longitud de algunos quilómetros hácia el Sud-Este, una meseta F que sostiene varios conos volcánicos. Se puede suponer, que el mar abandonó en otro tiempo el escarpado E despues de haber quitado una porcion de la extremidad Sud-Oeste del antiguo monte en forma de cúpula del Norte de Palma, mientras que un torrente ó un rio habria producido un escarpado de la misma forma y de elevacion casi igual en las dos orillas. En cuanto al hecho del conglomerato antiguo que sube por un plano inclinado partiendo del nivel del mar, hasta una altura de 460 metros cerca de la entrada de la Caldera, no milita en favor de la accion fluvial, aunque ciertos trozos elevados de la misma roca pertenezcan verdaderamente á un antiguo lecho de rio; en la América del Sur, lechos de guijo de orígen marino, presentan una pendiente análoga subiendo hácia el interior de las tierras; Darwin ha dado una explicacion muy satisfactoria de este género de disposicion.

El *Paso de Cumbrecito* ofrece otro argumento en favor de la desnudacion por el mar; forma una escotadura en la línea superior de los escarpados que rodean la Caldera, y separa la montaña llamada Alejenado de la pared oriental, cortando en toda su altura la formacion superior; la línea de precipicios del lado oriental de la Caldera, se continúa sin interrupcion y conserva su altura absoluta de 460 á 610 metros sobre su base hasta el Sur de Cumbrecito. En esta prolongacion de las rocas que llega hácia el Sur hasta la distancia de 800 metros, se ven lechos de materias volcánicas y diques como en las paredes de la Caldera.

La escotadura que forma el paso del Cumbrecito, tiene mas bien la apariencia de un antiguo lecho cubierto por una corriente de agua que la de una hendidura ó grieta producida por un fallo. En el caso de un fallo, la formacion inferior no habria resistido y no habria quedado en pié al través del Cumbrecito para constituir un relieve donde se dividen las aguas, sino que se habria hundido, y habria sido reemplazada por las rocas basálticas que vendrian de arriba. Si se admite que el mar haya hecho irrupcion con el tiempo en la Caldera por aquel punto, el elemento acuoso habrá podido producir una brecha y toda una línea de quebradas.

Sin embargo, no se descubre masa alguna de conglomerato que atestigue la erosion supuesta en el Cumbrecito, que está elevado 1,166 metros sobre el nivel del mar. Se podria tambien objetar á la hipótesis que admite una desnudacion producida por el mar en Palma, que en las pendientes exteriores de esta isla, no se observa quebrada marina antigua; los lados de la montaña, menos los puntos surcados por los barrancos ó erizados de conos laterales, descienden al mar por una pendiente uniforme. Para responder á esta objecion, haremos observar, que no hemos recurrido á una sumersion de 915 metros del antiguo cono para permitir al mar precipitarse á la vez en el gran Barranco y el Cumbrecito y deslizarse en la Caldera; basta suponer al suelo un descenso que permita á las olas batir la base de las quebradas basálticas en el interior de la Caldera, y de abrirse un paso al través del Cumbrecito; este debió presentar en todo tiempo una depresion considerable practicada á expensas de la formacion superior. Pero las olas que hubieran tenido el poder de acumular en el Barranco una masa de conglomerato de 245 metros de espesor, ¿no habrian dejado algun testimonio de su accion de erosion en las pendientes de la isla? No se ve allí monumento alguno de este género, y de aquí una objecion que no carece de valor contra la suposicion de que el mar no habria penetrado jamás en la Caldera. Para explicar este fenómeno, diremos en primer lugar, que no se reproducen quebradas tan fácilmente alrededor de los puntos de una isla hácia donde bajan los lechos como en los otros puntos de donde bajan: en segundo lugar, quebradas y ribazos marinos poco desarrollados, preexistentes, han podido desaparecer mas tarde bajo las lluvias de ceniza ó las corrientes de lava que han partido de los conos laterales durante las erupciones contemporáneas del conglomerato del gran Barranco.

En la costa oriental de Palma, á la distancia de unos 800 metros del mar, en la quebrada de las Nieves, no lejos de Santa Cruz, se observa un conglomerato de cantos perfectamente redondeados, de un espesor de 30 metros cubierto de lechos sucesivos de lava, cuya potencia es de 30 metros tambien. En este ejemplo, los lechos antiguos de guijo ocupan una posicion muy análoga al cono sepultado S P, (véase la 1.ª seccion de la isla); de esto se deduce, que eran de orígen fluvial. Pero cualquiera que sea su modo de formacion, que hayan sido acumulados por el agua dulce ó por el agua salada, no es menos verdad que la superposicion de una masa tan enorme de lava á un conglomerato de 30 metros de espesor, demuestra la facilidad con que las pendientes exteriores de una isla han sido desnudadas por el mar, y sin embargo no han conservado ninguna señal superficial de la accion ejercida por el elemento salado; todo antiguo ribazo ó delta que haya existido en otro tiempo en la embocadura de un torrente, ha podido desaparecer mas tarde bajo la envoltura de nuevas erupciones volcánicas. Sin embargo, Lyell y Hartung han inferido que las olas del mar no habian jamás penetrado en la Caldera aunque hayan podido llegar á alguna distancia en el espacio hoy dia ocupado por el Barranco de las Angustias, ó por ciertas capas de conglomerato extensamente esparcidas al Este del mismo Barranco.

Desde la cesacion de la accion de los volcanes en el Norte de Palma, las erupciones mas frecuentes parecen haberse verificado siguiendo una línea que corre de Norte á Sur; uno de los volcanes de esta línea llamado Verigojo, no mide menos de 2,000 metros de elevacion. Las lavas que han bajado de algunas aberturas, á lo largo de esta cadena, han llegado al mar por las costas Este y Oeste y algunas de ellas son tan áridas y se hallan tan desprovistas de vegetacion como si acabáran de correr. La tendencia habitual de las aberturas volcánicas á seguir una disposicion lineal tal como se observa en gran escala en los volcanes de los Andes y de Java, se reproduce en pequeño en los conos y cráteres de la corta cadena de Palma. Autores hay que piensan que el fenómeno se liga con la existencia de hendiduras profundas, que en el seno de la tierra comunicarian con un foco de calor.

Discutiendo tan extensamente como se ha hecho la cuestion de saber si el mar ha jugado un papel importante ó pequeño en el agrandamiento de la Caldera de Palma, hemos querido demostrar, por lo menos, cuantos hechos y observaciones son necesarios para explicar la estructura y la configuracion de estas especies de islas volcánicas. Quizá se hallará útil que citemos aun como ilustracion del mismo asunto, la condicion geográfica actual de la isla de San Pablo en Amsterdam, situado en el Océano Indio, á distancia media entre el Cabo de Buena-Esperanza y la Australia.

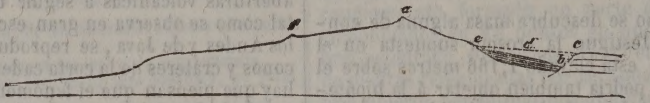
El cráter de esta isla no tiene mas que quilómetro y medio de diámetro por 55 metros de profundidad, y las cumbres mas elevadas que le rodean miden próximamente 245 metros, de tal manera que relativamente á su masa; estos conos y cráteres son insignificantes, comparados al cono y á la Caldera de Palma ó á las quebradas volcánicas análogas de Loa y Kea en las islas de Sandwich. Pero la isla de San Pablo ofrece un ejemplo de esta clase de volcanes insulares en que el Océano penetra hoy por un solo paso. Todo cráter tiene casi invariablemente un lado mucho mas rebajado que los otros, aquel hácia el que los vientos predominantes no soplan jamás; en efecto en la direccion de este lado, las lluvias de polvo y de escorias son rara vez arrojadas durante las erupciones. Existe tambien en la pendiente inferior un punto situado mas bajo que todos los demás, por el que en el caso de una sumersion parcial, el mar puede entrar tan pronto como la marea sube ó tan frecuentemente como el viento sople en aquella direccion. Por la misma razon que se conserva una entrada en el *lagoon* de un *atoll* ó arrecife anular de coral, el mar no deja que se llene el paso que le conduce al cráter, sino que se retira en la marea baja ó siempre que el viento cambia. La escotadura por consiguiente se hace tanto mas profunda cuanto mas se eleva la isla sobre el nivel del mar; aumenta algunos decímetros y aun algunos metros en un siglo.

El cráter del Vesuvio tenia en 1822, 610 metros de profundidad; si su cono hubiese estado sumergido hasta la mitad, como el de San Pablo, el poder de excavacion del Océano unido á la fuerza gradual de alzamiento, hubiera dado orígen á una vasta caldera.

Por consiguiente de cualquier naturaleza que hayan sido las fuerzas ígnea ó acuosa que han formado el Val del Bove en el Etna ó el profundo abismo llamado la Caldera al Norte de Palma, es difícil negar que un gran número de cráteres se han ensanchado en forma de calderas por el poder de desnudacion del Océano, aparte de las oscilaciones ocurridas en los niveles relativos de la tierra y del mar.

Pico de Tenerife. La vista que representa la figura 548, grabada segun un diseño que han tomado Lyell y Hartung, en su viaje á Tenerife en 1854, indica la manera con que este cono elevado está rodeado en dos de sus lados por lo que consideran como las ruinas de un cono mas antiguo que resultó principalmente de erupciones salidas de una cumbre que ha desaparecido. Esta cumbre desde la cual una ó varias bocas volcánicas han vomitado probablemente sus lavas y sus diversas eyecciones, no debió ocupar en otro tiempo precisamente el sitio en el que se eleva el Pico actual; este tampoco ha tenido en todo tiempo la misma forma, pero es probable que su posicion no haya cambiado materialmente. El gran círculo ó semicírculo formado por los escarpados *cc*, y que rodea el *atrium bb* es análogo al recinto de la Caldera de Palma; pero en Tenerife las pendientes escarpadas tienen dimensiones insignificantes comparativamente á las de Palma. En general su altura no excede de 150 metros y rara vez llega á 300. La llanura ó *atrium* que se extiende al pié de los escarpados y que se designa en la localidad con el nombre de Las Cañadas, está cubierta de arena y de cenizas lanzadas del Pico ó de los cráteres abiertos en sus costados. Corrientes copiosas de lava *dd* se han dirigido hácia la parte inferior, partiendo de bocas laterales y especialmente de un cráter llamado La Chahorra, que no se ve en la fig. 548, porque le oculta el Pico. La última erupcion de este volcan data de 1798.

Por falta de cortes naturales, ningun geólogo ha podido todavía determinar hasta qué punto las lavas *dd* han estrechado el circo ó atrio *b*; ó bien se han abierto un camino partiendo de la roca *c*; pero supongamos que el Pico y el Chahorra continuasen vomitando productos durante siglos, el cono nuevo *a* no tardaria en unirse al cono antiguo y la lava correria primero de *e* á *c* y despues de *a* á *c* (véase el adjunto corte), de tal manera que la pendiente acabaria



Corte al través de una parte de Tenerife, del N. E. al S. O.
a. Pico de Tenerife.—*b*. Las Cañadas ó átrio.—*c*. Escarpados que rodean el átrio.—*d*. Lavas modernas.—*f*. Cono y cráter de Chahorra.

por parecerse á las que formaron la lava y las eyecciones salidas de la cumbre *a* hácia Guia, en la vertiente S. O. del cono.

Madera. Cada isla volcánica, segun lo que puede juzgarse por las observaciones, tiene sus caracteres particulares de estructura geográfica y geológica, y esto en tan extensos límites que no puede emplearse una teoría única, por ejemplo, la de los *cráteres de alzamiento*, para explicar su orígen y su modo de crecer. Pocas islas se parecen mas entre sí que la de la Madera y la Palma; las dos estan compuestas principalmente de rocas basálticas de orígen sub aéreo, pero cuando se las compara con detenimiento no hay punto alguno de su estructura que no presente diferencias.

La formacion mas antigua conocida en la isla de la Madera es de orígen volcánico sub-marino, y se refiere quizá á la época terciaria Miócena. Se encuentran en San Vicente en la costa septentrional tobas y calizas y contienen conchas marinas y corales, que se elevan á mas de 360 metros sobre el mar y dan asi testimonio de un alzamiento que data por lo menos del principio de la accion volcánica en aquella comarca.

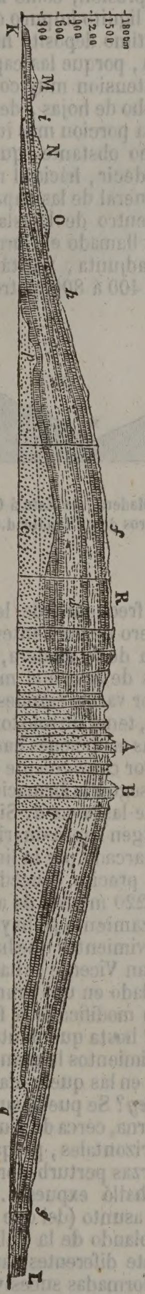
Los cantos rodados de estas capas marinas estan perfectamente redondeados y pulimentados; contrastan fuertemente bajo este aspecto con los fragmentos angulares de la misma variedad de roca tan frecuente en las tobas y aglomeratos situados encima y formados á un nivel superior al del mar.

La longitud de la isla de la Madera del Este al Oeste es de unos 48 quilómetros, y su anchura de Norte á Sur de 16 quilómetros. El corte que se vé en la página siguiente trazado en una escala cuyas alturas son proporcionadas á las distancias horizontales, facilitará la inteligencia de las relaciones, bajo las cuales la isla de la Madera considerada geológicamente se parece á la Palma ó se diferencia de ella.

En la region central en A, asi como en la comarca que la rodea por todas partes, se ven como en el centro de Palma un gran número de diques que penetran al través de una gran acumulacion de eyecciones volcánicas *c*. Se observa tambien allí lo mismo que en Palma á medida que uno se aparta del centro, disminuir los diques en número, y los lechos de escorias, piedras, aglomeratos y tobas, empezar á alternar con las lavas petrosas *dd* hasta la distancia de quilómetro y medio lo mas del eje central; á esta distancia se presenta una masa volcánica situada debajo de *fh* y *eg*, que consiste casi exclusivamente en tablas ó corrientes de lavas, con algunas listas rojas de arcilla ocrácea ó laterita, que fueron probablemente suelos antiguos. Las líneas mas oscuras indican el predominio de estas lavas; estas han corrido sobre la superficie; consisten en basalto ó diferentes clases de trapp y algunas veces en traquito. La tinta mas clara *c* expresa una acumulacion de escorias, de aglomeratos y de otros materiales que han debido amontonarse á cielo abierto en el interior ó en torno de los orificios principales de erupcion y entre los conos volcánicos.

El pico Torres A, elevado mas de 1,830 metros, es uno de los muchos picos centrales, compuestos de materias arrojadas. Por medio de la union de la base de varios picos semejantes, se forman relieves ó crestas montañosas, desde cuya cumbre se proyectan diques verticales semejantes á torres que quedan en pié encima de la superficie en escombros de las capas mas ó menos consistentes de toba y de escorias. De aquí proceden esas líneas quebradas y pintorescas que dan un sello particular y enteramente romántico al paisaje de la region mas superior de la isla de la Madera. Al Norte de A se destaca el Pico Ruivo B, el mas elevado de la isla, pero que sin embargo no excede mas que en algunos decímetros á la altura del Pico-Torres. Su composicion es la misma, pero su porcion culminante conserva una forma mas claramente cónica y se halla coronada por un dique; corrientes de lavas escoriáceas se adhieren á sus costados escarpados. Varios picos grandes semejantes se observan al Este y al Oeste de A; parecen ruinas de conos de erupcion, á lo menos los materiales que componen algunos de ellos, estan dispuestos en toda clase de inclinaciones y di-

recciones. Entre estos picos se distingue el Pico Grande hoy sepultado hasta su mitad bajo las lavas mas modernas que han rodeado su base. Quizá á la justa posicion de tan gran número de conos ó puntos de erupcion, y al cruzamiento de sus lavas á lo largo de la gran línea Este y Oeste de la accion volcánica, corresponden las capas petrosas de la region central situada entre *c f*; estas capas son casi horizontales ó no se inclinan mas que de 3 á 5 grados, en lugar de presentar una pendiente muy recta como las del circuito de la Caldera en Palma.



Corte de la isla de la Madera, del Norte al Sur, es decir, desde la Punta de San Jorge hasta la Punta Da Cruz, cerca de Funchal.

Longitud del corte, 19 quilómetros; alturas proporcionadas á las distancias.

A. Pico-Torres (ó Pico do Gatto) de unos 1,845 metros de elevacion.
B. Pico Ruiro, el monte mas elevado de la isla de la Madera, de unos 1.848 metros de altura.
c. Escorias, aglomerado, tobas y deyecciones volcánicas, con lavas accidentales muy escoriáceas.
d. Alternativas de lavas con tobas, ó con listas de arcilla roja. La misma letra comprende tambien todas las alternativas de lechos entre R y S.
e. Principio de lavas mas inclinadas á la parte Norte de la isla; su pendiente ordinaria es de 10 grados.
f. Principio de lavas muy inclinadas á la parte Meridional. La pendiente ordinaria es de 15 grados.
g. Dique de Jogo de Bola, en Ribeiro San Jorge.
h. Inclinacion de los lechos 15 grados; algunas veces aunque raras, 20 grados.
i. Pendiente ó prolongacion de las lavas 15 grados.
K. Punta da Cruz. cerca de Funchal.
L. Punta de San Jorge, en la costa Norte.
M. Pico da Cruz, de 356 metros de altura; cono moderno.
N. Pico San Martinho, de 235 metros de altura.
O. Pico San Antonio, 430 metros.
p. Cono sepultado en Ribeiro do Torreao.
q. Lignito y lecho de hojas.
R. Pico San Antonio, 1,740 metros de altura.
p, s, t. Línea debajo de la cual se hallan las rocas ocultas á la vista. Todo lo que existe debajo de esta línea no se apoya sino en conjeturas.

Los lechos constituyen muchas veces mesetas, tal es la llamada *Paul da Serra*. Pero alejándonos del eje central, las lavas adquieren una inclinacion media de 10 grados al Norte y de 15 grados al Sur. Mas cerca del mar en *i* y L, donde existen las lavas mas modernas, la inclinacion disminuye hasta 15 grados y aun 3 grados y medio, como se ve en K cerca de Funchal. Bajo el aspecto de la menor inclinacion de las lavas hácia el mar y de su asociacion, en este punto á conos modernos de erupciones, tales como M, N, O, existe una estrecha analogía entre la isla de la Madera y la Palma.

Se observan tambien conos de erupcion sepultados en diferentes puntos, tales como *pp*; estos conos han sido cubiertos por las lavas que partian de la region central.

El espesor de los basaltos mas sólidos que alternan con las tobas, pasa rara vez de 450 metros; pero mas abajo del Pico de San Antonio, llega á unos 915 metros, y se observan estas rocas en las laderas de un valle profundo llamado Curral, de que vamos á hablar.

Como regla general, las lavas de la isla de la Madera, ya sean celulares ó compactas, se hallan dispuestas por tablas continuas paralelas unas á otras. Cuando se examinan en las quebradas á las orillas del mar, en cortes que crucen la direccion en que han corrido, se ve que varian mucho de espesor aun á la simple distancia de algunos centenares de decímetros, y que ordinariamente se adelgazan hasta desaparecer enteramente en menos de 400 metros. En las quebradas que irradian del centro de la isla, los lechos son mas persistentes; sin embargo, aun en estos puntos se les ve ordinariamente terminar á algunos quilómetros; su espesor es tambien muy variable y á veces se eleva de repente de algunos decímetros á algunos metros.

En ninguna de las divisiones rojas ó lateritas, de que acabamos de hablar, se han solido encontrar restos de plantas fósiles; sin embargo, un geólogo inglés ha recogido en 1840 ramas y raices de arbustos carbonizados en el seno de las arcillas rojas inferiores al basalto cerca de Funchal. Lyell y Hartung, han encontrado en el Barranco de San Jorge, situado en el Norte de la isla, pruebas suficientes de la primitiva existencia de una vegetacion terrestre, y por consiguiente del orígen sub-aéreo de una gran parte de las lavas de la isla de la Madera. Se conoce desde hace mucho tiempo la existencia de un lecho de lignito impuro, cubierto de basalto, en *q*. Se han observado asociadas á este lignito varias capas de toba y de arcilla ó lodo endurecido, en una de las cuales yacian abundantemente hojas de plantas dicotiledones ó de helechos. Segun Bunbury, estos últimos, indicarian los géneros *Sphenopteris*, *Adiantum*, *Pecopteris* y *Woodwardia*; una de ellas presenta las nervaduras particulares á la *Woodwardia radicans*, especie que no es comun en la isla de la Madera. Entre las hojas dicotiledóneas, algunas se refieren en la apariencia á la familia de las Mirtíceas; la mayor parte son de superficie lisa, no plegada, con una testura un poco rígida, coriácea, y con bordes enteros. Estos caracteres, dice Bunbury, pertenecen al tipo Laurel é implican cierta analogía entre los restos de vegetales antiguos y los bosques modernos de la isla de la Madera, donde los laureles y otros árboles siempre verdes, abundan con sus hojas carnosas, lustrosas y de bordes enteros, mientras que debajo se encuentra una vegetacion de helechos y otras plantas.

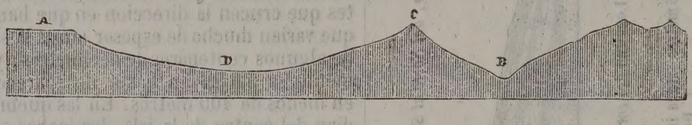
El lignito y el lecho de hojas de que hemos hablado, se hallan á 305 metros sobre el nivel del mar, y estan superados por basaltos y escorias de 335 metros de altura; este hecho implica la existencia de una antigua vegetacion terrestre, muy anterior á la formacion volcánica que la cubre. La naturaleza de las tobas que acompañan al lignito y algunos de los aglomeratos que les rodean, autorizan á admitir que cerca de este punto tuvo lugar en otro tiempo una serie de erupciones. Tampoco es improbable que en diferentes

puntos hayan existido cráteres laterales, donde se hubiesen acumulado el lignito y los lechos de hojas; en efecto, aunque las bocas volcánicas sean notablemente raras en la isla de la Madera, respecto al número considerable de conos perfectos, se observa en el montellamado Lagoa, á 4 quilómetros Oeste de Machico, un cráter tan perfecto como el de Astroni cerca de Nápoles.

En la parte inferior de la cavidad circular (fig. 540), de unos 45 metros de profundidad, se encuentra una llanura de 150 metros poco mas ó menos de ancha, ocupada en su parte media por un estanque, hácia el cual se inclina suavemente la porcion plana del suelo desde todos los puntos del horizonte. Los cráteres apagados ofrecen con frecuencia una tabla de agua de este género en su interior; excepto hácia su parte media el estanque en cuestion es poco profundo y alimenta plantas acuáticas. Un gran número de hojas habran sido, sin duda, lanzadas allí desde las alturas circunvecinas, para formar una masa de materias semejantes á la turba, y susceptibles de convertirse en lignito.

Si algunas corrientes de lava, bajando de las alturas mas considerables, hubieran entrado en este cráter de Lagoa, hubiesen formado masas gruesas de roca compacta, que se habrian enfriado lentamente bajo una gran presion, como las que se hallan hoy sobrepuestas al lignito impuro de San Jorge. La inclinacion de este último depósito no podria ser claramente determinada, porque las capas no son visibles mas que en una extension muy corta; otro tanto se puede decir del lecho de hojas, del cual se descubre, sin embargo, una porcion mas inferior bajando la quebrada. Parece, no obstante, que la inclinacion es hácia el Norte, es decir, hácia el mar; concuerda con la inclinacion general de las capas basálticas y tobáceas.

En el centro de la isla de la Madera hay un valle profundo, llamado el Curral, que ocupa la parte B de la figura adjunta, y está rodeado de precipicios que tienen de 400 á 800 metros de altura, y de picos aun



Corte al través de la region central de la isla de la Madera, de Este á Oeste.
A. Porcion de la meseta llamada el *Paul de Serra*.—B. Curral; valle de 90 metros de profundidad.—C. Pico grande.—D. Valle de la Serra d'Agoa.

mas elevados. Algunos autores le han comparado á un cráter ó caldera, porque su porcion superior se halla situada en la region donde abundan las eyecciones y los diques. El Curral, sin embargo, se extiende sin disminuir de profundidad mas allá de esta region, y deja ver muy distintamente todos los lechos que le componen. Las masas volcánicas de que está formado, tampoco se inclinan hácia la parte exterior en todas direcciones, partiendo del Curral como de un punto central ó del eje hueco de un cono. El Curral no es en realidad mas que uno de los tres grandes valles que irradian del distrito mas montuoso; una segunda depresion, llamada la Terra de Agoa D, es casi tan profunda; un rio la recorre de Norte á Sur; un tercer valle, el de la Janella, envia sus aguas hácia el Norte. El corte que hemos representado, y que pasa al través de una porcion del eje de la isla, en la direccion E. y O. demuestra, cómo el Curral y la Terra d' Agoa, B y D, estan separados por una cresta estrecha y elevada C, de un punto de la cual se levanta á cerca de 1,645 metros, el Pico Grande. No hay diferencia esencial de forma entre estos tres grandes valles y algunos de los que en los Alpes y en los Pirineos no han tenido relacion con ninguna accion volcánica.

En los Alpes, como en otras cordilleras elevadas, la formacion de los valles ha sido sin duda favorecida por los movimientos subterráneos graduales ó repentinos y por la dislocacion de las rocas. Otro tanto se puede decir de la isla de la Madera y de casi toda region volcánica que llega á una gran elevacion; pero si se considera que las alturas centrales llegan á mas de 1,800 metros sobre el nivel del Océano, y que las aguas que corren de ellas, engrosadas por el derretimiento de las nieves, llegan al mar despues de un curso que apenas pasa de 9 quilómetros, como sucede en el Curral y casi lo mismo en la Terra d'Agoa, se comprenderá que la desnudacion puede producirse simplemente por erosion al aire.

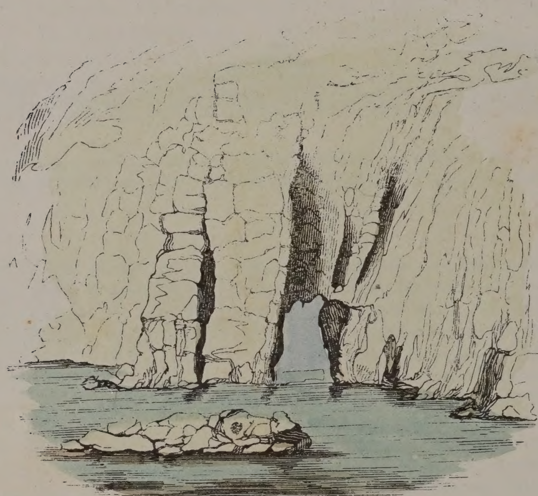
La ausencia general de piedras desgastadas por las aguas, en las tobas que cubren á las lavas en la isla de la Madera, es muy sorprendente, y contrasta con la presencia frecuente de lechos de guijo debajo de un gran número de corrientes en Auvernia. Ella prueba que la isla de la Madera, lo mismo que las montañas volcánicas de Java ó el monte Etna y otros, no han podido, por varias razones que hemos explicado anteriormente, tener un solo torrente en su superficie, mientras que las erupciones han sido frecuentes en sus pendientes. Por consiguiente el período de erosion fluvial ha debido seguir la formacion del núcleo central de eyeccion *c* y de las lavas *d*. Si se admite que estas lavas son de orígen supra-marino hasta un nivel tan bajo como el marcado por la línea *p*, *s*, *t*, y quizá mas bajo aun, será preciso conceder tambien que una isla de mas de 1,220 metros de altura se ha formado sin que ningun alzamiento se haya verificado.

Los movimientos que han elevado los depósitos marinos de San Vicente se han limitado á un corto espacio ó desarrollado en una gran extension. ¿Pero hasta qué grado han modificado la forma de la isla ó aumentado su altura? hasta qué punto tambien se debe atribuir á estos movimientos la gran inclinacion de las lavas que se percibe en las quebradas contra los lados de la montaña *fh* y *eg*? Se puede suponer que las lavas de fecha mas moderna, cerca de Funchal, han quedado relativamente horizontales, porque han escapado á la accion de las fuerzas perturbadoras á que el núcleo mas antiguo se halló expuesto. Sin que debamos discutir aquí este asunto (del que se ha tratado tan completamente hablando de la Palma) observaremos que muy ciertamente diferentes partes de la isla de la Madera han sido formadas sucesivamente. Cerca de Porto da Cruz, por ejemplo, en la costa septentrional, se encuentran traquitos de un tinte gris, y tobas traquíticas casi de color blanco, en lechos ligeramente inclinados ó casi horizontales, que han llenado en parte valles profundos abiertos anteriormente en las rocas basálticas mas antiguas; estas últimas rocas estan inclinadas hácia el Norte en un ángulo de 10 grados, y cubren el lecho de hojas asi como el lignito anteriormente señalados. Durante las convulsiones que acompañaron la salida de cada nueva serie de lavas, las ro-

550



555



566



550. Superficie de la lava cerca de Port Moniz, en la punta N. O. de la isla de la Madera; *a*, Un lecho de arroyo al través de la lava.—555. Granito de estructura cuboídea y verdaderamente columnaria, en Cornwall.—556. *Koninckia Leonhardi*; *a*. Cara dorsal; tamaño natural; *b*. Cara ventral, porcion de la valva ventral separada para mostrar el interior de la valva dorsal; *c*. Corte de las dos valvas; *d*. Interior de la valva dorsal, con los *procesus* espirales restaurados.

cas mas antiguas fueron mas ó menos dislocadas é inclinadas, sin que por esto haya sido destruida la forma general de la antigua cúpula, que hemos supuesto haber sido el resultado de erupciones repetidas procedentes de los respiraderos del centro.

La localidad de Porto da Cruz ofrece un magnífico ejemplo, no solamente de los largos intervalos de tiempo que han separado las salidas de tablas distintas de lava, sino tambien de la anterioridad de las erupciones basálticas á las corrientes traquíticas. Se ha visto tambien un cono de este género en la vertiente Sur de la isla de la Madera; entre el Jardin y el Pico-Bodes, á la distancia directa de 9 quilómetros próximamente Nor-Oeste de Funchal, existe una serie perfectamente clara de rocas traquíticas, de un espesor considerable, y ocupando el punto geológico mas elevado. Esta serie consiste en traquitos blancos y grises que se manifiestan á alturas variables de 760 á 1,150 sobre el nivel del mar. Se explica su posicion admitiendo que estos son los lechos mas superiores representados en *h* en el corte, y sobre la pendiente encima de *h*. La hipótesis, segun la cual en cada serie de crupciones volcánicas las lavas traquíticas habrian corrido primero, y despues habrian sido seguidas de las tablas basálticas, no está pues justificada en la isla de la Madera, aunque algunas de las corrientas mas modernas, como las del pié de los conos, sean basálticas.

Debemos trazar aquí otro rasgo de la estructura de la isla de la Madera; generalmente, la mas superior de las rocas volcánicas, á la altura máxima de 365 metros sobre la del mar, es un trapp compacto, feldspático, que contiene mucha olivina, y se separa en masas esferoideas de algunos decímetros de diámetro, sobre todo cuando una porcion del hierro se ha sobreoxidado en la atmósfera. Delesse dice que en Francia se tomaria la roca por un basalto, aun cuando se halle frecuentemente desprovista de augita, y resulte simplemente de una mezcla de feldspato verde negruzco y olivina. Cualquiera que sea el nombre que se le dé, se puede decir que la cubierta superficial de la isla, no solamente siguiendo la línea del corte, sino en una superficie mucho mas general, está formada de este trapp, excepto cerca del mar, donde se encuentran basaltos que no tienen la misma estructura esferoidea.

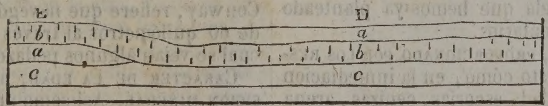
Como indicacion de una diferencia de edad considerable aun en las formaciones volcánicas superficiales de la isla de la Madera, haremos la observacion de que algunos de los picos centrales, no parecen ser mas que esqueletos de los conos de erupcion, mientras que las formas de los conos mas modernos son regulares y no se observan diques que sobresalgan en sus cumbres ó en sus costados. Las lavas mas recientes tienen tambien en la isla de la Madera, en una localidad por lo menos, un aspecto particularmente reciente, comparadas con las mas antiguas, las cuales se hallan frecuentemente descompuestas en la supeficie y hasta la profundidad de algunos metros. Véanse las corrientes de lava que se observan cerca de Port-Moniz (fig. 550); una de ellas está erizada de asperezas como lo estan ciertas corrientes de Palma que datan de los tiempos históricos. La lava de Port-Moniz se halla atravesada por un lecho antiguo de torrente *a* como hemos descrito ya ejemplos. ¿Cuánto tiempo pueden conservarse tales caracteres de estructura? lo ignoramos; la duracion debe depender de la composicion mineral de la roca. Algunas de las lavas de Auvernia, de fecha ante-histórica y ciertamente de la mas remota antigüedad, se hallan cubiertas de desigualdades casi tan pronunciadas; este aspecto de conservacion indica solamente con probabilidad un orígen comparativamente moderno.

CAPITULO XXX.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS.

Hemos referido las capas sedimentarias á una larga sucesion de períodos geológicos; debemos ahora investigar hasta qué punto las formaciones volcánicas pueden ser clasificadas en un órden cronológico semejante. Los caracteres de la edad relativa de esta clase de rocas son en número de cuatro: 1.º La superposicion y la intrusion con ó sin alteracion de las rocas al contacto; 2.º Los restos orgánicos; 3.º La naturaleza mineralógica; 4.º Los fragmentos enclavados de rocas mas antiguas.

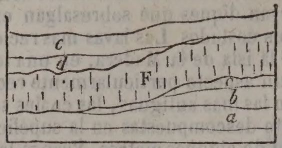
Carácter de la superposicion, etc. Cuando una roca volcánica reposa sobre un depósito acuoso, se debe deducir que es mas moderna que aquel depósito; pero la regla no podria aplicarse si la formacion acuosa se hallase sobrepuesta á la formacion volcánica, porque una materia en fusion, viniendo de abajo arriba, ha podido penetrar en el seno de una masa sedimentaria sin llegar á la superficie, ó bien abrirse un paso entre



dos capas, tales como *b* y D, enfriarse despues y solidificarse sin producir discordancia alguna de estratificacion. La superposicion no tiene pues tanto valor como carácter de edad para las rocas volcánicas no estratificadas como para las formaciones fosilíferas. No debe recurrirse á este carácter sino cuando las primeras de estas rocas son contemporáneas y no cuando son producto de intrusion. Ahora bien; se las llama contemporáneas cuando han sido engendradas por la accion volcánica simultáneamente con las capas acuosas que les estan asociadas; por ejemplo, en el corte anterior en D se puede asegurar que el trapp *b* ha corrido sobre el lecho fosilífero *c*, y que despues de su solidificacion, *a* se ha depositado á su vez sobre el trapp, perteneciendo *a* y *c* al mismo período geológico. Pero si la capa *a* estuviera alterada por *b* en el punto de contacto, deberíamos deducir que el trapp se habria introducido posteriormente; lo mismo sucederia si siguiendo á *b* á alguna distancia, se descubriera al fin que corta la capa *a* y la cubre despues como en E.

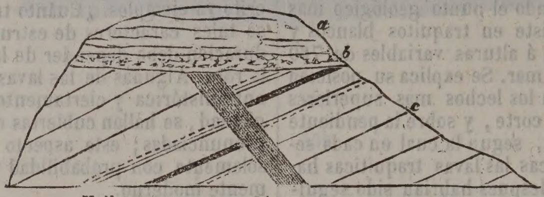
Hay mucho riesgo, sin embargo, de confundir una roca volcánica de intrusion con una roca contemporánea; porque una corriente de lava que se extiende por el fondo del mar no cubre por todas partes la misma capa, ya porque esta ha sido desnudada en algunos puntos, ya porque nuevamente formada se adelgaza en otros, lo cual permite á la lava trepar sobre sus bordes, ademas, el flúido ígneo, corriendo sobre la superficie, no deja de abrir, por efecto de su peso, un lecho al través del limo y de la arena. Supongamos que una lava sub-marina F haya llegado

de esta manera á ponerse en contacto con las capas *a*, *b*, *c*, y que despues de su consolidacion, los lechos



d e se hayan depositado sobre ella en un sentido casi horizontal, pero de manera que sean discordantes con F; la apariencia de una intrusion sub-siguiente será completa, aunque el trapp sea en realidad contemporáneo. No debe, pues, dudarse en afirmar que la roca F es de intrusion, á menos que se descubra que las capas *d*, *e* ó *c* han sido alteradas por el calor en el punto de union.

Describiendo los diques de trapp, en el capítulo anterior, hemos demostrado que eran mas modernos que todas las capas que atraviesan. En Quarrington Hill, cerca de Dutham, un dique basáltico corta un terreno de hulla cuyas capas estan inclinadas y separadas por un fallo tan marcado, que en el lado Norte del dique estas capas se hallan á 7 metros bajo el nivel de los lechos correspondientes al lado Sur. En cuanto á las hiladas horizontales del Gres Rojo y de



Hulla. Dique. Hulla.

Corte de Quarrington Hill, al Este de Durham.
a. Caliza Magnesiana (Permiano).—*b*. Nuevo Gres Rojo inferior.—*c*. Capas de Hulla.

la Caliza Magnesiana, yacen encima y no estan atravesadas por la roca eruptiva. Ahora bien, aquí las capas de hulla, no solamente estaban depositadas sino que habian sido ulteriormente dislocadas, hendidas y separadas antes que el fluido trapeano se hubiese introducido en la solucion de continuidad para formar allí el dique. Es claro tambien que algunos pedazos superiores del depósito hullífero, y al mismo tiempo ciertas porciones superiores de la masa inyectada, fueron arrebatadas por la desnudacion antes que el Nuevo Gres Rojo y la Caliza Magnesiana les hubiesen sido sobrepuestas. ¿En qué época se verificó este suceso? No se podria decir con precision, aunque la fecha de la erupcion volcánica no deba ser buscada en muy extensos límites. Este acontecimiento quizá tiene de fecha el fin del período Carbonífero ó una época menos remota, por ejemplo, la del Nuevo Gres Rojo Inferor, ó bien finalmente de un período intermedio á los anteriores, durante el cual el estado de la creacion animada y la geografía física de Europa, estaban en via de pasar del tipo Carbonífero al tipo Permiano.

El carácter de edad, ofrecido por la superposicion, se aplica esencialmente á toda toba volcánica estratificada, siguiendo la regla que hemos ya planteado para los depósitos sedimentarios.

Carácter de la edad, proporcionado por los restos orgánicos. Hemos visto cómo, en la inmediacion de los volcanes en actividad, escorias, cenizas, arena fina y fragmentos de rocas lanzados en la atmósfera, caian en lluvia al suelo ó á los lagos, ó bien á los mares inmediatos. En el seno de las tobas asi formadas se encuentran corales, conchas ó cualesquier otros cuerpos orgánicos durables que el acontecimiento ha sorprendido, ya en el fondo de un lago, ya en el de un mar, y estos cuerpos nos sirven de testimonios permanentes para recordar el período á que pertenece la erupcion volcánica. Capas tobáceas, formadas de esta manera en los alrededores del Vesuvio, del Etna, del Strómboli, y de otros volcanes en actividad, en las islas ó cerca de las costas, daran indicaciones sobre la edad relativa de la época mas ó menos lejana en que se habran apagado los fuegos de estos montes volcánicos. Por hechos de este género, es como el geólogo establece coincidencias de edad entre las rocas volcánicas y las diferentes capas fosilíferas primarias, secundarias y terciarias.

Las tobas de que aquí se trata pueden no ser siempre marinas; en tal punto contienen conchas de agua dulce, y en tal otro osamentas de cuadrúpedos terrestres. La diversidad de los restos orgánicos destribuidos al través de estas formaciones se comprende fácilmente; si se reflexiona la extensa dispersion de la materia vomitada en las últimas erupciones, por ejemplo, en la del volcan de Coseguina en la provincia de Nicaragua, el 19 de enero de 1835. Cenizas calientes y escorias finas fueron lanzadas á una inmensa altura; cubrieron el suelo inmediato en un espesor de mas de 3 metros y en un radio de 32 quilómetros, partiendo del cráter en una direccion Sur. Aves, animales domésticos y bestias salvajes en gran número fueron muertos y quedaron sepultados en la ceniza. Algunos restos volcánicos fueron á caer hasta Chiapa, á mas de 1,700 quilómetros, y no en la direccion de veinte como pudiera creerse sino en direccion opuesta, prueba evidente de que existió entonces una contracorriente en la region superior de la atmósfera; cayó igualmente cierta cantidad de cenizas en la Jamáica, á una distancia de mas de 1,000 quilómetros al Nordeste. Tambien en plena mar y á mas de 1,600 quilómetros del punto de erupcion, el capitan Eden del Conway, refiere que navegó en una longitud de mas de 60 quilómetros al través de pomez flotante, de la cual se veian algunos pedazos de gran tamaño.

Carácter de la edad, ofrecido for la composicion mineral. Así como un sedimento de composicion homogénea puede, al descargar en la embocadura de un ancho rio, depositarse en una superficie considerable, del mismo modo tambien una variedad particular de lava que corra de un cráter, durante una erupcion, se esparcirá á veces en una gran extension. La Islandia dió un ejemplo de esto en 1783; la materia fundida vomitada por el Skaptarjocul se precipitó á torrentes en direcciones opuestas y dió orígen á una masa continua, cuyos puntos extremos distaban 135 quilómetros uno de otro. Esta enorme corriente de lava se solidificó en un espesor de 0 á 180 metros; su anchura variaba desde algunos centenares de metros á 24 quilómetros. Ahora bien, si por efecto del tiempo semejante masa hubiera llegado á fraccionarse, nos hallariamos quizá todavía en el caso de reconocer la identidad de las porciones desprendidas por su semejanza de disposicion mineral. Sin embargo, este carácter no puede siempre servir al geólogo, porque aunque la lava producida durante una misma erup-

cion, y aun las corrientes sucesivas de un solo volcan ofrezcan habitualmente un carácter dominante, algunas veces, sin embargo, diferentes porciones de una sola corriente de lava ó de una masa continua de trapp varian de un modo sensible en su composicion y estructura mineral.

En Auvernia, en el Eifel y otros paises donde se encuentran á un mismo tiempo el traquito y el basalto, la primera de estas rocas es casi siempre mas antigua que la última; pero las dos alternan algunas veces parcialmente en el volcan del monte Dor; hemos visto, por otra parte, que en la isla de la Madera, las rocas traquítticas cubrian una serie basáltica mas antigua. Sin embargo, la mayor parte de los traquitos ocupa una posicion inferior ó se encuentra cortada y cubierta por el basalto. No se debe deducir de esta circunstancia que el traquito ha predominado en cierta época, de la historia de la tierra, y el basalto en otra época, porque sabemos que las lavas traquíticas pertenecen á varios períodos sucesivos, y que aun salen hoy de muchos cráteres en actividad; pero en toda localidad en que han sobrevenido largas series de erupciones, las lavas mas feldspáticas parecen haber sido vomitadas las primeras, y las mas augíticas no han venido hasta despues. La hipótesis imaginada por Scrope, ofrece quizá una solucion satisfactoria á este problema. Segun el hábil observador, los minerales que abundan en el basalto tienen una pesantez específica mas considerable que los que componen las lavas feldspáticas; asi la hornblenda, la augita y la olivina tienen cada una tres veces el peso del agua, mientras que el feldspato comun, la albita y la labradorita tienen apenas dos veces y media este peso; la diferencia es aun mas considerable cuando estos minerales se hallan en roca, porque el basalto y el greenstone contienen mucho mas hierro en estado metálico que el traquito y las otras lavas feldspáticas ó las rocas trapeanas. Si por consiguiente, una masa considerable de rocas llega á fundirse en las entrañas de la tierra, bajo la influencia del calor volcánico, los elementos mas densos del fluido hirviente descenderan al fondo, y los mas ligeros vendran á la superficie para ser lanzados los primeros en la atmósfera por la fuerza de espansion de los gases y las materias que ocuparan el nivel mas inferior en el baño subterráneo, saldran las últimas para venir á ocupar el lugar superior, en la parte exterior de la costra terrestre.

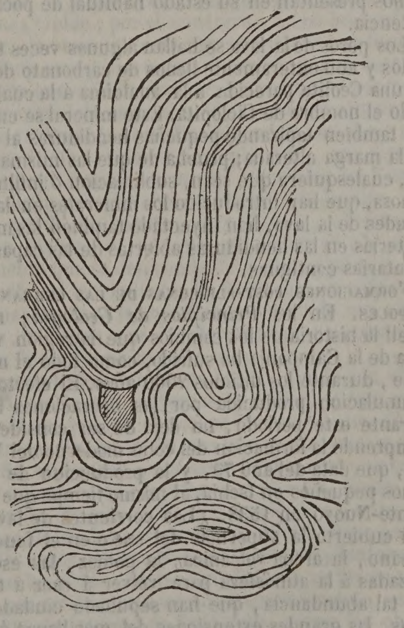
Carácter ofrecido por los fragmentos enclavados. Algunas veces se puede determinar la edad relativa de dos rocas trapeanas ó el de un depósito acuoso y de un trapp sobre que reposa, por el encuentro de fragmentos de una de estas rocas en la otra, y esto en los casos sobre todo en que la superposicion fuera insuficiente. No es raro tampoco observar un conglomerato compuesto casi exclusivamente de cantos rodados de trapp, asociado á alguna formacion estratificada fosilífera, en la inmediacion de la masa trapeana. Si los cantos se refieren en general por el caráter mineral á esta última roca, se puede establecer su edad relativa por el conocimiento de la época en que han sido formadas las capas fosilíferas asociadas al conglomerato. Identificaciones de este género se han hecho por la observacion directa de ribazos compuestos de cantos de trapp al pié de islas volcánicas, modernas, por ejemplo, en la base del Etna.

Período Post-Plióceno (comprendiendo en él el período reciente). Elijamos ahora ejemplos de rocas volcánicas pertenecientes á períodos geológicos sucesivos, para demostrar que las causas ígneas no han cesado en ninguna de las épocas antiguas del globo, y que han dislocado las masas donde quiera que han vomitado sus productos. Una parte de las lavas, tobas y diques trapeanos del Etna, del Vesuvio y de Ischia, data de la era histórica; otra parte mucho mas considerable ha salido de los abismos de la tierra en una época inmediatamente anterior, durante la cual las aguas del Mediterráneo estaban ya pobladas de las especies actuales de testáceos. Los costados del Etna al Sur y al Este, estan rodeados de depósitos sedementarios y volcánicos, de orígen sub-marino que alternan entre sí, por ejemplo, en Trezza, Aderno y otros puntos. De sesenta y cinco especies de conchas fósiles, recogidas por Lyell en 1828, cerca de Trezza, en el seno de esta formacion, no ha podido dicho autor distinguir una sola que viva actualmente en el mar vecino.

Las islas Cíclopes que los sicilianos llaman Isole dei Faraglioni, y cuyas quebradas á la orilla del mar presentan capas de arcilla, de toba y de lava, se hallan situadas en la bahía de Trezza; se las puede considerar como la extremidad de un promontorio separado de la tierra principal; presentan abundantes pruebas de erupciones sub-marinas que debieron invadir ó atravesar las capas arcillosas y producir las brechas tobáceas. Estas contienen un gran número de fragmentos angulosos y endurecidos de arcilla hojosa en diferentes estados de alteracion, producida por el calor y entremezclados de arena volcánica.

La mas elevada de estas islas, ó mas bien de las rocas de las Cíclopes, tiene unos sesenta metros de altura; la cumbre está formada de una masa de arcilla estratificada cuyas hojas se hallan algunas veces separadas por listas delgadas de arena. Las capas se inclinan al Nor-Oeste y reposan sobre una masa de lava columnaria (fig. 551), en la cual los vértices de los pilares estan desgastados y redondeados á veces hasta el punto de ser hemisféricos. En algunos puntos, en la isla mayor inmediata, perteneciente al mismo grupo y que se halla situada hácia el Nordeste de la que representa la fig. 551, la arcilla sub-yacente ha sido profundamente alterada y endurecida por la roca ígnea; á veces tambien ha sido retorcida de la manera mas estraña; sin embargo, su disposicion en hojas no solamente ha quedado intacta, sino que está aun mas inclinada por efecto del endurecimiento.

El corte adjunto, representa una porcion de la roca, alterada de algunos decímetros cuadrados; las hojas



Contorsion de las capas en la mayor de las islas Cíclopes.

delgadas y alternadas de arena y de arcilla, han re-

vestido la estructura que se observa muchas veces en algunos de los esquistos metamórficos mas retorcidos.

Una vasta solucion de continuidad, dirigida en su longitud del Este al Oeste, divide la isla mayor en dos partes iguales, y presenta distintamente su estructura interior. En el corte siguiente se ve un dique de lava que despues de haber atravesado otra masa de lavas mas antigua, ha penetrado en las capas terciarias sub-yacentes. En un punto, la roca lávica se ramifica, y termina en venas de un espesor de algunos milímetros solamente á pocos decímetros de distancia.



b. *a.* *b.* *c.* *a.* *b.*
Arcilla. Lava. Arcilla. Alteraciones. Lava. Arcilla, etc.

Capas Pos-Pliócenas invadidas por la lava, en las islas de los Ciclopes. *a.* Lava.—*b.* Arcilla hojosa y arena.—*c.* Las mismas rocas alteradas.

Las hojas arenáceas son mucho mas duras en el punto de contacto, y las arcillas se han convertido en esquistos silíceos. En esta isla las rocas alteradas revisten una especie de estructura análoga á la de los panales de miel; esta estructura contrasta singularmente con el contorno unido é igual que los mismos lechos presentan en su estado habitual de poca consistencia.

Los poros de la lava se hallan algunas veces tapizazados y aun enteramente llenos de carbonato de cal y de una Ceolita parecida á la analcima á la cual se ha dado el nombre de Ciclopita. Este mineral se encuentra tambien tapizando pequeñas hendiduras al través de la marga alterada; prueba de que las mismas causas, cualesquiera que sean, sublimacion ó infiltracion acuosa, que han introducido los minerales en las cavidades de la lava, han inyectado tambien las mismas materias en las hendiduras abiertas de las capas sedimentarias contiguas.

Formaciones post-pliócenas de las cercanías de Nápoles. En los *Principios de Geologia*, refiere Lyell la historia de los cambios que la region volcánica de la Campania ha sufrido, como todo el mundo sabe, durante los últimos 2000 años. El efecto de la acumulacion producida por las operaciones ígneas durante este período, no deja de ser considerable: comprende la formacion del cono moderno del Vesuvio, que data del año 79, y la produccion de varios conos pequeños en Ischia, al mismo tiempo que el del Monte-Nuovo en 1538. ¿Las corrientes de lava que han cubierto la superficie del suelo en el fondo del Océano, la arena volcánica, la pomez, las escorias lanzadas á la atmósfera para volver á caer á tierra, con tal abundancia, que han sepultado ciudades enteras, las grandes extensiones del mar llenas ó convertidas en escollos, un sedimento tobáceo, trasportado por los rios y las inundaciones al mar, no son pruebas de que durante un solo y mismo período reciente, se han verificado oscilaciones permanentes de los niveles relativos de la tierra y de las aguas, y esto en varios puntos á la vez de la superficie total y aun sobre un punto único; por ejemplo, en Puzzuoli, no se han encontrado elevaciones y descensos de mas de 6 metros? Actualmente se observan en las orillas de la bahía de las Baiæ, capas tobáceas, recientes llenas de objetos fabricados por la mano del hombre y mezcladas con conchas marinas.

Hemos dicho tambien en otro lugar, que cuando se examina con atencion el país, no se tarda en observar que se compone en su mayor parte de capas tobáceas de fecha anterior á la historia ó la tradicion; estas capas tienen una potencia tal, que constituyen montes de 500 y hasta 610 metros de altura de época post-pliócena; contienen conchas marinas recientes y alternan con corrientes distintas ó tablas de lava de formacion contemporánea. En el Vesuvio mismo, el antiguo cono llamado Somma, tiene dimensiones mayores que el cono reciente, y se halla atravesado por un gran número de diques. Comparando esta antigua porcion del volcan con la de fecha mas moderna, se observa un punto principal de diferencia, á saber: que en el antiguo cono son mas frecuentes los fragmentos de rocas sedimentarias alteradas, arrojadas durante las erupciones. Fácilmente se concibe que las primeras eyecciones hayan obrado con la mayor violencia rompiendo y lanzando al aire todo lo que se oponia á la salida de la lava y de los gases que la acompañaban de tal manera, que grandes masas de fragmentos de rocas arrojadas, deben encontrarse donde quiera que existan brechas tobáceas formadas por las erupciones mas antiguas. Pero una vez abierto el paso y establecido un respiradero ordinario, los materiales impelidos no han consistido mas que en lava líquida; esta ha tomado despues la forma de arena y de escorias ó de fragmentos angulares resultantes de una ruptura de la lava sólida de cualquier naturaleza, que tapaba anteriormente la salida.

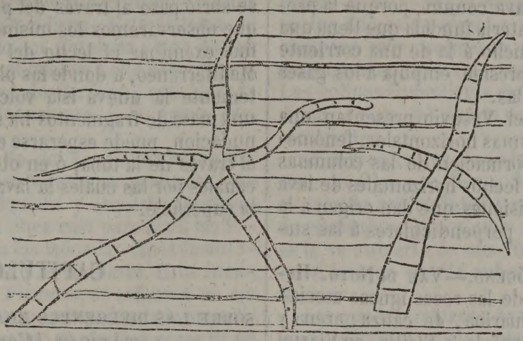
Entre los fragmentos que abundan en el seno de las brechas tobáceas de la Somma, los mas comunes son los de dolomia sacaroidea; se supone que esta última roca ha sido formada á espensas de una caliza ordinaria alterada por el calor y los vapores volcánicos.

El carbonato de cal entra en la composicion de un número tan grande de minerales simples en la somma que Mitscherlich atribuye, y quizá con mucha razon, sus numerosas variedades á la accion del calor volcánico que se ha ejercido sobre las masas calizas subyacentes.

Diques de la Somma. Los diques que se ven en el gran escarpado de la Somma hácia el cono moderno del Vesuvio, son muy numerosos. La mayor parte de ellos son verticales, y atraviesan un ángulo recto los lechos de lava, de escorias, de brecha volcánica y de arena de que se compone el antiguo cono. Sobresalen algunos centímetros, y á veces algunos decímetros en la superficie escarpada de la roca; son sumamente compactos, y estan menos sujetos á la destruccion que las tobas y lavas porosas que atraviesan. Su longitud varía desde algunos metros hasta 150, y su anchura de 0,m 30 á 3,m 65. Algunos de ellos cortan toda la serie de los lechos inclinados en el escarpado de la Somma desde su cumbre hasta su base; otros se detienen á la mitad del camino, y algunos dejan ver sus dos extremidades. Por su composicion mineral se diferencian poco de las lavas de la Somma; se compone generalmente de una pasta de leucita (anfigena) y de augita, al través de la cual se hallan diseminados grandes cristales de este último mineral, y algunos de leucita. No es raro encontrar un dique que corte á otro dique, y en el punto particular de interseccion se observa un fallo ó deslizamiento.

En algunas circunstancias, sin embargo, las hendiduras parecen haber sido llenas por el costado; las

paredes del cráter se han resquebrajado en forma de estrella como se ve en la presente figura. Pero esta forma de hendidura es una escepcion de la regla general porque nada hay mas notable, que el paralelismo ordinario de las dos paredes de un dique: es casi tan regular como el de los dos planos opuestos de una



Diques ó venas en Punto del Nasone, en el Somma.

pared de mampostería. Este carácter parece al principio de los mas inesplicables si se atiende á las desigualdades y recortaduras de las grietas producidas por los temblores de tierra en el seno de masas de una composicion tan heterogénea como las que constituyen el cono de la Somma. Para explicar este fenómeno Necker recuerda el relato que hace Sir William Hamilton de una erupcion del Vesuvio acaecida en 1779: «Las lavas, ya sea que estuvieran en ebullicion sobre el cráter, ya se escaparan de las partes cónicas del volcan, habrian siempre en la parte inferior del escarpado de la montaña, canales tan regulares como pudiera hacerlos la mano del hombre; y mientras se hallaban todavía en un estado de completa fusion, continuaban su curso á lo largo de estos conductos que algunas veces se llenaban hasta el borde, y otras mas ó menos segun la cantidad de materias en movimiento.

»Los canales, cuando se examinaron despues de una erupcion, tenian en general, como lo he observado yo mismo, de 0,m 60 á 1,m 50 ó 2 metros de anchura, y de 2,m 35 á 2, 70 de profundidad. Estaban muchas veces ocultos á la vista por una cantidad de escoria que formaban una costra en la superficie; y la lava despues de haber continuado su curso en camino cubierto en una longitud de algunos metros, penetraba para enfriarse de nuevo en un conducto abierto. Me ha sucedido despues de una erupcion, andar por estas galerías subterráneas cubiertas, sumamente curiosas; las paredes laterales, el techo y el suelo estaban *perfectamente lisas y niveladas* casi por todas partes; habian quedado en este estado por la violencia de las corrientes de lava incandescente que las habian reconocido durante algunas semanas consecutivas.»

Ahora bien, las paredes de la hendidura vertical por donde ha subido la lava para llegar al respiradero volcánico, han debido estar expuestas á la misma erosion que los canales de que se acaba de hablar. El roce prolongado y uniforme del pesado fluido obligado á elevarse, no podia menos de nivelar y pulimentar el fondo sobre que se ha ejercido; ademas, el calor interno ha debido fundir las masas que se proyectaban y obstruian su paso.

La testura de los diques en el Vesuvio, no es la misma en los bordes que en el centro. En el centro, observa Necker, la roca es de granos mas gruesos, los elementos constitutivos presentan un estado mas cristalino; mientras que hácia el borde la lava es algunas veces vitrea, y siempre de granos mas finos. Una faja delgada de division, que por su carácter se parece al pechstein, se encuentra algunas veces en contacto del dique vertical y de las capas que ha cortado. Necker cita una de estas fajas en el punto llamado Primo-Monte, en el Atrio del Cavallo; cuando Lyell visitó el Somma, en 1828 vió otras tres ó cuatro en diferentes puntos del gran escarpado. Estos fenómenos estan en perfecta armonía con los resultados de las experiencias de Sir James. Hall y de Gregory Watt, indican que una testura vitrea es el efecto de un enfriamiento repentino, mientras que por el contrario un grano cristalino se produce cuando los minerales en fusion han podido solidificarse lenta y tranquilamente á una alta presion.

Es evidente que la parte central de una lava en via de solidificarse en una hendidura, pierde su calor mas lentamente que los costados; sin embargo, la diferencia no es tan sensible, proporcionalmente como entre el fondo y la superficie de una lava que corre á cielo abierto. En este último caso, la parte mas superior es invariablemente escoriforme, vítrea y porosa en todos los puntos en que se encuentra en contacto con la atmósfera, y en que el enfriamiento ha sido mas rápido; por el contrario, á una profundidad mayor, la masa presenta una estructura mas litoidea, y se hace mas y mas petrea á medida que se desciende hasta que al último se llegan á reconocer por medio de un cristal de aumento, los minerales simples de que se compone la roca. Examinándola mas abajo aun, se llega hasta descubrir á simple vista, sus diversas partes constitutivas, y en las corrientes del Vesuvio hasta distinguir cristales de augita y de leucita.

Se puede fácilmente, dice Necker, observar el mismo fenómeno, aunque en menor escala en un fragmento que se desprende de la lava líquida de una corriente en movimiento. El fragmento se enfria instantáneamente, y la superficie se cubre de una costra vítrea, mientras que el interior de grano extremadamente fino toma un aspecto mas pétreo.

Conviene observar sin embargo, que la faja vítrea de division de que acabamos de hablar, es rara en el Vesuvio aunque las porciones laterales de los diques tengan en ellas un grano mas fino que la porcion central. Se explicaran quizá estos hechos como piensa el autor que acabamos de citar, por el calor elevado que las paredes de la hendidura han adquirido, antes que la masa fluida haya empezado á solidificarse; porque en tales casos, la lava debe enfriarse muy lentamente aun en los lados. Ciertas hendiduras se llenan tambien por arriba; esto sucede frecuentemente en los volcanes de las islas de Sandwich, segun las observaciones de Dana, y entonces el enfriamiento de los lados debe ser mas rápido que cuando la materia fundida sube del hogar volcánico dotada de una tempera-

tura escesiva. Darwin asegura, que en Santa Elena, casi todos los diques tienen los bordes vítreos.

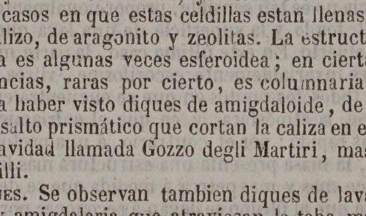
La roca que constituye los diques en la porcion antigua como en la masa moderna del Vesuvio, es mucho mas compacta que la lava comun, porque la presion de una columna de materia fundida que llena una hendidura, excede con mucho á la de una corriente ordinaria de lava, y esta presion empuja á los gases que dan orígen á las celdillas.

Casi todos los diques del Vesuvio presentan una tendencia á dividirse en prismas horizontales, fenómeno que concuerda con la formacion de las columnas verticales al través de los lechos horizontales de lava porque en dos casos las divisiones que dan orígen á la estructura prismática, son perpendiculares á las superficies de enfriamiento.

Periodo del Nuevo-Plióceno.—Val di Noto. Hemos hablado en otro lugar de las rocas ígneas asociadas á una gran formacion marina, de caliza, arena y marga, en la parte meridional de la Sicilia, en Vizzini en particular y en otros puntos. En el seno de esta formacion, que pertenece, como hemos manifestado, al período del Nuevo-Plióceno, se observan lechos gruesos de ostras y de corales que reposan sobre la lava y no se hallan en manera alguna alterados en el punto de contacto. En otras localidades se observan diques de rocas ígneas que cortan las capas fosilíferas, y han transformado las arcillas en un esquisto silíceo, cuyas hojas en el punto de union se hallan encorvadas y divididas en gran número de fragmentos; las cercanías de la ciudad de Vizzini ofrecen un ejemplo de este género.

Las formaciones volcánicas del Val-di-Noto, se componen habitualmente de la variedad mas ordinaria de basalto con ó sin olivina. La roca es algunas veces compacta, por lo comun muy celulosa. Las celdillas suelen hallarse accidentalmente vacías, ya sea en los diques ya en las corrientes, y ciertas localidades presentan casos en que estas celdillas estan llenas de espato calizo, de aragonito y zeolitas. La estructura de la masa es algunas veces esferoidea; en ciertas circunstancias, raras por cierto, es columnaria. Lyell asegura haber visto diques de amigdaloide, de wacka y de basalto prismático que cortan la caliza en el fondo de la cavidad llamada Gozzo degli Martiri, mas abajo de Melilli.

Diques. Se observan tambien diques de lava vesicular y amigdalaria que atraviesan la toba marina ó peperino, al Oeste de la Palagonia; algunos de los poros de la lava estan vacíos y otros estan llenos de carbonato de cal. En tales casos se puede suponer que el peperino ha resultado de la caida de arena volcánica, de escorias y al mismo tiempo de fragmentos calizos arrojados por la explosion sub-marina; este fenómeno es semejante al que dió orígen á la isla de Graham (isla Julia), en 1831. Cuando la masa se hubo solidificado hasta cierto punto, se abrió una grieta, y la lava subió por hendiduras, cuyas paredes estaban perfectamente unidas y paralelas. Despues de su enfriamiento, la materia en fusion que habia obstruido la solucion de continuidad, fue rota é impelida por un



Planos de diques cerca de Palagonia. *a*. Lava.—*b*. Peperino compuesto de arena volcánica mezclada con fragmentos de lava y de caliza.

movimiento lateral como representa la primera de las dos figuras adjuntas.

En la segunda figura, la lava presenta de una manera mucho mas marcada el aspecto de una vena que se abrió paso al través del peperino. Es muy probable que observáramos los mismos accidentes si pudiéramos examinar el lecho del mar en aquella parte del Mediterráneo, á donde las olas han arrastrado recientemente la nueva isla volcánica; en efecto, cuando una masa de fragmentos ha sido arrebatada por la desnudacion, puede esperarse encontrar cortes de diques al través de la toba, ó en otros términos, secciones de canales por las cuales la lava subterránea ha llegado á la superficie.

CAPITULO XXXI.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS. (*Continuacion.*)

Periodo del Antiguo Plióceno.—Italia. En Toscana, en Radicofani, Viterbo y Aquapendente, así como en la Campagna di Roma, se observan tobas volcánicas sub-marinas interestratificadas con las capas del Antiguo Plióceno de las colinas Sub-Apeninas, y no podria dudarse que han resultado de erupciones acaecidas en la época en que las margas conchíferas y las arenas de las colinas precedentes se hallaban en via de formacion. Esta opinion adoptada por Lyell y Murchison, tiene en su favor las pruebas presentadas por este último acerca del orígen sub-marino de los volcanes mas antiguos de Italia. Estas rocas son perfectamente conocidas por reposar en estratificacion concordante con las margas sub-apeninas, y esto hácia el Sur hasta el Monte Mario, en los arrabales de Roma. En cuanto á la edad exacta de los depósitos del Monte Mario se conoce mejor hoy, gracias á un detenido estudio que han hecho de las conchas marinas fósiles de aquellos depósitos, Rayneval, Vanden-Hecke y Ponza. Estos autores han comparado mas de ciento sesenta especies á las conchas del Crag Coralino del Suffolk, tambien descritas por Scarles-Woob; la relacion específica que han encontrado entre los fósiles de Inglaterra y de Italia es tan estrecha, aparte sin embargo, de la distancia geográfica y de la diferencia de latitud, que no se puede vacilar en referir los dos depósitos á un mismo período, al del Antiguo Plióceno tal como se comprende en este tratado. Es muy probable que entre los traquitos mas antiguos de Toscana y las rocas mas modernas de las cercanías de Nápoles, es decir, entre el Antiguo Plióceno y la Epoca Histórica, se encuentre una serie de productos volcánicos de todas las edades.

Cataluña. Los geólogos se hallan lejos de poder señalar á cada uno de los grupos volcánicos esparcidos en Europa un lugar cronológico preciso en la serie terciaria; pero vamos á describir como perteneciente probablemente á alguna division del período plióceno un distrito de volcanes apagados de las cercanías de Olot en Cataluña.

La totalidad de la superficie cubierta por los productos volcánicos en Cataluña no tiene mas de 27 quilómetros del Norte al Sur y unos 10 quilómetros del Este al Oeste. Las salidas de erupcion ocupan exclusivamente una faja estrecha que corre del Norte al Sur y sus ramificaciones se componen solamente de dos corrientes de lava, las de Castelfollit y Cellent.

El doctor Maclure, geólogo americano, ha sido el primero que ha indicado la existencia de estos volcanes y segun la descripcion que ha hecho de ellos la region volcánica debe extenderse unas veinte leguas cuadradas de Amer á Masanet. Lyell afirma que en vano ha buscado en las cercanías de Masanet en los Pirineos vestigios de una corriente de lava.

Estructura geológica del distrito. Las erupciones se han verificado exclusivamente al través de las rocas fosilíferas constituidas por un gres gris y verdoso con conglomerato, asi como por lechos gruesos de caliza nummulítica. El conglomerato contiene cantos rodados de cuarzo, caliza y lidiana. Este sistema de roca está muy desarrollado en Cataluña; uno de sus miembros es un gres rojo, al cual se halla subordinada la famosa montaña de sal de Cardona, considerada habitualmente como perteneciente á la época cretácea.

Cerca de Amer en el valle del Ter, hácia los confines meridionales del país se ven rocas primarias que consisten en gneis, micasquisto y esquisto arcilloso. Se dirigen siguiendo una línea casi paralela á los Pirineos, y han echado hácia los lados las capas fosilíferas que se inclinan al Norte y al Noroeste. Esta inclinacion orientada hácia los Pirineos, se refiere á un eje distinto de elevacion, y domina al través de la superficie; la inclinacion de las capas es algunas veces de 40 á 50 grados.

Es evidente que la geografía física de la comarca no ha sufrido cambio material desde el principio de la era de las erupciones volcánicas, escepto los que han debido resultar de la introduccion de nuevas eminencias de escorias y de corrientes de lava sobre la superficie preexistente. Si se supusieran lavas nuevamente en fusion, y saliendo de sus cráteres respectivos, descenderian por los mismos valles donde se les ve hoy y vendrian á ocupar aun los espacios que llenan actualmente. La única diferencia que existiria en la configuracion exterior entre ellas y las lavas recientes, consistiria en la ausencia en estas últimas de quebradas y cualquier otra clase de erosion producida por las aguas.

Conos y lavas volcánicas. Se encuentran como unos catorce conos distintos con cráteres en esta parte de España, ademas de otros varios puntos de donde quizá han salido lavas; todos estos conos estan dispuestos á lo largo de una faja estrecha que corre de Norte á Sur. La mayor parte de los mas completos existen en las inmediaciones de Olot; algunos estan representados en la figura 552, números 2, 3 y 5. La llanura en que está edificada dicha villa, resulta evidentemente de las corrientes sucesivas de lava que han partido de aquellos montecillos para descender á la parte inferior del valle, porque este tuvo en otro tiempo una profundidad mas considerable como las demás depresiones longitudinales de la comarca inmediata. En la figura 552 se ha procurado hacer resaltar por medio de un sistema de sombras las diferentes formaciones geológicas de que se compone la comarca. Las montañas (núm. 1) que se perfilan en blanco en último término, son los Pirineos; consisten en rocas hipogenas y fosilíferas antiguas. En frente de estas montañas se ven las formaciones fosilíferas (núm. 4) sombreadas. Mas cerca del observador, las colinas 2, 3 y 5 son conos volcánicos, y el resto del paisaje está formado de cenizas y lavas volcánicas.

El Fluviá que corre cerca de la villa de Olot ha cortado en una profundidad de 12 metros solamente las lavas de la llanura que hemos mencionado. El lecho del rio es un basalto duro, y en el puente de Santa Magdalena, se observan dos corrientes muy distintas de lava sobrepuestas una á otra y separadas por un lecho horizontal de 2 m 45 de espesor.

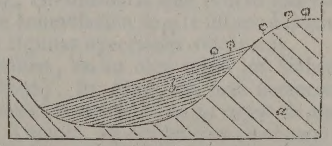
En otro punto al Sur de Olot, la superficie unida de la llanura está interrumpida por un montecillo de lava llamado el *Bosque de Tosca*, cuya parte superior es escoriácea y se halla cubierta de grandes masas de basalto mas ó menos porosas. Entre estas masas existen cavidades profundas que tienen el aspecto de cráteres pequeños. El todo se parece precisamente á ciertas corrientes modernas del Etna ó á la de Come, cerca de Clermont; esta última como el bosque de Tosca, se halla cubierta de una vegetacion pobre.

Algunos de los volcanes de Cataluña se hallan tan enteros como los de las cercanías de Nápoles ó de las vertientes del Etna. Uno de ellos llamado Montsacopa, (núm. 3, fig. 552) es de forma muy regular y presenta una depresion circular ó cráter en su cumbre. Se compone principalmente de escorias rojas que no se distinguirian de las de los conos pequeños del Etna. Las colinas inmediatas de Olivet (núm. 2) y de Garrinada (núm. 5) tienen una forma y una composicion semejantes.

El mayor cráter de toda la comarca existe mas al Este de Olot y se llama Santa Margarita. Tiene 137 metros de profundidad y cerca de quilómetro y medio de circunferencia. Como Astroni, cerca de Nápoles, se le ve cubierto de una rica vegetacion de árboles, y en el bosque que le cubre abundan diferentes clases de caza.

Aunque los volcanes de Cataluña hayan atravesado gres, esquisto y caliza, como los del Eifel en Alemania, que describiremos mas adelante, existe una diferencia notable en la naturaleza de las eyecciones que componen los conos en estas dos regiones. En el Eifel, la cantidad de fragmentos de gres y de esquisto que han salido por los orificios volcánicos es tan considerable, que excede en volúmen á las escorias, la ceniza y la lava; pero en los conos de las cercanías de Olot no se encuentran fragmentos de roca extraña.

Las arenas y cenizas volcánicas no estan limitadas á los conos sino que han sido algunas veces dispersadas por el viento en la superficie total de la comarca, y despues reunidas en los valles estrechos como se ve entre Olot y Cellent. La materia volcánica cineriforme



a. Conglomerato.—*b.* Listas delgadas de arena y escorias volcánicas.

y ligera, se halla en lechos delgados, regulares, exactamente como si hubiera caido sobre la pendiente del conglomerato sólido. Ninguna corriente, sin duda, ha pasado por el valle despues de la caida de las escorias; de otra manera estas hubieran sido arrastradas en su mayor parte. Las corrientes de lava en Cataluña como en Auvernia, en el Vivarés, en Islandia, y en todos los paises montañosos, presentan un espesor considerable á lo largo de los desfiladeros estrechos, pero se extienden en tablas comparativamente mas delgadas en los valles mas anchos. Cuando un rio ha corrido sobre un suelo casi horizontal, como en la gran llanura de las cereanías de Olot, el agua no se ha abierto mas que un lecho de mediana profundidad; pero si la pendiente ha sido considerable, la corriente ha abierto una zanja profunda para penetrar algunas veces siguiendo la direccion vertical al través de la parte central de una corriente ígnea, aunque mas frecuentemente para introducirse entre las lavas y las rocas secundarias ó terciarias que rodean al valle, por ejemplo, en el puente de Cellent á 9 quilómetros Este de Olot, se observa á la roca incandescente á lo largo de un arroyo pequeño; al contrario, rocas estratificadas inclinadas constituyen el lecho y la ribera opuesta. La parte superior de la lava de aquel punto, como la de las corrientes del Etna y del Vesuvio, es escoriácea; mas abajo se vuelve menos porosa y adquiere una estructura esferoidea á un nivel todavía inferior, se divide en placas horizontales cada una de unos 0m, 050 y se presenta mas compacta. En último lugar en la parte mas profunda,

se encuentra una masa de basalto prismático de 1m, 50 de potencia. Muchas veces las columnas verticales reposan inmediatamente sobre las rocas estratificadas subyacentes; pero entre los dos sistemas existen á trechos arena y escorias como se observa que se esparcen en una comarca durante una erupcion volcánica; estos depósitos sino estuvieran protegidos como lo estan aquí por una lava que tienen sobrepuesta, serian muy pronto arrastrados de la superficie del suelo. Algunas veces el lecho del rio contiene algunos cantos rodados y fragmentos angulares de rocas; otras veces es una tierra fina que ha debido constituir un antiguo suelo vegetal.

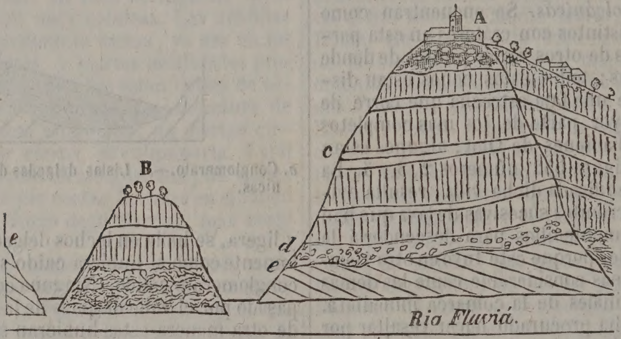
En varias localidades se observan lechos de arena y de ceniza intercalados entre la lava y la roca estratificada subyacente, por ejemplo, á lo largo de la corriente de lava que desciende de las Planas hácia Amer y se detiene á 3 quilómetros de esta villa. El rio en este punto ha dividido muchas veces la lava y aun la caliza subyacente hasta una profundidad de 5m, 50. Algunas veces un aluvion de varios metros de espesor, se encuentra interpuesto entre las formaciones ígnea y marina. Es de interés observar que en todas estas masas ó en otras compuestas de cantos rodados por las aguas y que ocupan una posicion semejante no hay fragmentos redondeados de lava, mientras que en los lechos de guijo mas modernos de los rios de esta comarca las piedras volcánicas abundan.

La excavacion mas profunda que Lyell dice haber observado en esta parte de España, y que ha sido producida por un rio al través de una lava, se ve en el fondo de un valle cerca de San Feliú de Pallerols. La lava ha llenado el fondo de dicho valle, y siguiendo su anchura, corre por una quebrada estrecha con una profundidad de 30 metros. En su parte inferior la lava presenta una estructura prismática. Sin duda se ha necesitado un tiempo considerable para abrir una quebrada tan profunda; pero actualmente hay motivos para creer que la corriente ígnea, en cuyo seno se ha abierto, data de una época mas antigua que las de la llanura de las cercanías de Olot. Por otra parte el declive del suelo y por consecuencia la velocidad de esta corriente han sido mas considerables, por lo cual en el mismo tiempo debió ser arrastrado un volúmen mayor de rocas.

Presentaremos un corte para manifestar el fenómeno volcánico de este distrito. Una corriente de lava ha partido de una cresta de colina al Este de Olot y descendido por una pendiente muy rápida hasta el valle del rio Fluviá. Allí ha llegado primero al contacto del agua corriente que se ha apoderado de algunas porciones y puesto en descubierto la estructura interior produciendo un precipicio de unos 40 metros de altura, en cuyo borde se encuentra la villa de Castel-follit.

Por la union de los rios Fluviá y Teronel, la masa de lava ha sido dividida en dos puntos, y de ello ha resultado la roca aislada B, que probablemente no se hubiera elevado nunca tanto como el precipicio A, por que ha debido formar la parte inferior la pendiente de la corriente original.

Cuando se examinan las quebradas verticales se ve



Corte en Castelfollit.

A. Iglesia y villa de Castel-follit, en la cumbre y bordes de precipitados de basalto. B. Islote á cada lado del cual corren los brazos del rio Teronel para ir á reunirse al Fluviá; *c.* Escarpado de lava basáltica en gran parte columnaria, de 40 metros de altura; *d.* Aluvion antiguo debajo de la corriente de lava; *e.* Capas inclinadas de gres.

que la parte superior de la lava, sobre que está construida la villa, presenta una estructura coriácea y pasa inferiormente á un basalto esferoideo; algunos de los mayores esferoides no tienen menos de 1m, 80 centímetros de diámetro. Debajo se encuentra un basalto mas compacto con cristales de olivina. Existen en todo cinco niveles de basalto, de los cuales los mas superiores son esferoidales y los otros prismáticos, separados por lechos delgados no columnarios y algunos esquistosos. Estos niveles resultan sin duda de corrientes sucesivas de lava pertenecientes á la misma erupcion ó á períodos diferentes. La masa total reposa sobre un aluvion de 3 metros á 3m, 65 de espesor, compuesto de cantos rodados, de caliza y de cuarzo, pero sin mezcla alguna de rocas ígneas; bajo este aspecto solamente parece diferenciarse esta masa del guijo moderno del Fluviá.

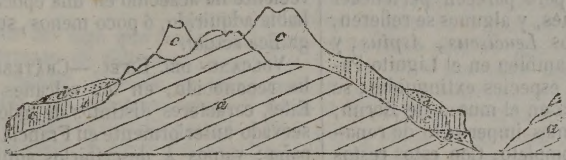
Bufadors. Las rocas volcánicas de las cercanías de Olot, poseen frecuentemente una estructura cavernosa, semejante á la de ciertas lavas del Etna, y en varios puntos de la colina de Batet, en las cercanías de la villa, el sonido que despide el suelo cuando se le golpea es como el que haria oir en iguales circunstancias un subterráneo abovedado. En la base de esta última colina se observan las embocaduras de cavernas subterráneas en número de doce, llamadas por la gente del país *Bufadors*: de estas embocaduras sale durante el estío un aire frio; pero en invierno segun dicen la corriente es apenas sensible. Este fenómeno se explica fácilmente; cuando el aire exterior dilatado por el calor sube, el aire mas frio y mas pesado de las cavernas del interior de la montaña, sale al exterior, bajo la influencia de la presion, para suplir al fluido que la elevacion de temperatura ha enrarecido.

En cuanto á la edad de estos volcanes, se ha creido admitir que lo mismo que en Auvernia y en el Eifel, los primeros habitantes del país habian sido testigos oculares de la accion volcánica. En 1421, segun dicen, época en que Olot fue destruida por un temblor de tierra, se verificó una erupcion cerca de Amer y abrasó la villa. Las investigaciones de don Francisco Bolos han demostrado de una manera convincente que el último episodio de esta historia no tiene verdadero fundamento histórico y todo geólogo que visite á Amer adquiere la certidumbre de que nunca ha habido erupcion en aquel punto. Es verdad que en el año arriba mencionado la villa de Olot entera, á excepcion de una sola casa fue arruinada por un terremoto; aquel terremoto coincidió sin duda con alguna de las sacudidas que á largos intervalos agitaron los Pirineos durante los cinco últimos siglos, y en particular la comarca situada entre Perpiñan y Olot; en esta comarca los movimientos llegaron á su mayor violencia precisamente en la época que ya hemos indicado.

La destruccion de la villa fue debida quizá á la naturaleza cavernosa de las rocas subyacentes; porque la Cataluña se halla situada mas allá de la zona extensa en que los temblores de tierra han producido mas ruinas durante el período histórico.

Así, pues, supuesto que no tenemos documento alguno histórico para guiarnos acerca de la edad de estos volcanes apagados, debemos consultar los monumentos geológicos. El diagrama que va á continuacion presenta en forma sinóptica el conjunto de los resultados obtenidos por muchos cortes.

El aluvion mas moderno (*d*) es parcial; ha sido



Superposicion de las capas en la region volcánica de Cataluña.

a Gres y caliza nummulíticas.—*b*. Aluvion mas antiguo, desprovisto de piedras volcánicas.—*c*. Cono de escorias y de lava.—*d*. Aluvion mas reciente.

formado por la accion que los rios y las inundaciones han ejercido sobre la lava. Al contrario, el guijo mas antiguo (*b*) estaba esparcido por la comarca antes de las erupciones volcánicas. En ninguno de estos depósitos hasta el presente, se han descubierto restos orgánicos; solamente, pues, se puede afirmar que la accion ígnea de los volcanes empezó posteriormente á la produccion de algunas de las rocas mas modernas de la serie Nummulítica (Eóceno) de Cataluña; y anteriormente á la formacion de un aluvion (*d*) de fecha desconocida. La integridad de estos conos demuestra simplemente que la comarca no ha sido agitada por violentos temblores de tierra ni sometida á la accion de inundaciones desastrosas desde su orígen.

Al Este de Olot en la costa de Cataluña se observan capas terciarias marinas que llegan cerca de Barcelona á la altura de cerca de 150 metros. Segun las conchas que contienen parecen corresponder por la edad á los lechos Sub-apeninos; tampoco es improbable que su elevacion del fondo del mar haya tenido lugar durante el período de las erupciones volcánicas de las cercanías de Olot. En este caso las emisiones ígneas datarian de fines del período del Antiguo Plióceno, pero quizá se han verificado aun despues de esta fecha; su edad hasta el presente ha permanecido completamente incierta.

Rocas volcánicas del Eifel. Las relaciones cronológicas de las rocas volcánicas del Rhin Inferior y del Eifel, se hallan igualmente envueltas en tinieblas; solo se sabe que algunas de estas rocas son contemporáneas de ciertos depósitos terciarios llamados *Braun Kohle* (Carbon pardo) por los Alemanes, depósitos que probablemente pertenecen unos al Mióceno y otros al Eóceno Superior.

Se ve el Lignito en ambas orillas del Rhin, en las cercanías de Bonn; reposa en estratificacion discordante sobre capas muy inclinadas y verticales de rocas Silurianas y Devonianas.

La formacion del lignito en aquella region consiste en lechos de arena movediza, gres, conglomerato, arcilla con nódulos de mineral de hierro arcilloso y á veces de pedernal. Fajas delgadas de un carbon de color pardo ó algunas veces negro, alternan con las arcillas y arenas, y frecuentemente se hallan esparcidas sin regularidad en el seno de las rocas. Contienen numerosas impresiones de hojas y de troncos de árboles y son ventajosamente explotadas como combustible; y de aquí ha procedido el nombre de la formacion.

En muchos puntos alternan con las mismas rocas capas delgadas de tobas traquíticas y en el seno de estas tobas se observan hojas de plantas idénticas á las del lignito, circunstancia que prueba que durante el período de acumulacion de este último depósito se han verificado algunas eyecciones volcánicas.

Von Dechen, en su obra sobre los Siebengebirge (siete colinas), ha dado una lista numerosa de los restos animales y vegetales de las capas de agua dulce asociadas al lignito. Se encuentran en el seno de estas capas plantas pertenecientes á los géneros *Flabellaria Ceanothus* y *Daphnogene*, y mas otras ciento cincuenta plantas, comprendiendo todas las que han sido denominadas con arreglo á algunos caracteres inciertos presentados por las hojas. La mayor parte pertenecen á géneros vivos, pero á especies extinguidas. Entre los restos de animales vertebrados ó invertebrados varios son particulares al depósito, mientras que otros, por ejemplo la *Littorinella acuta*, Desh., tienden á aproximar las capas á las divisiones superiores de agua dulce de la cuenca de Maguncia. La base de esta cuenca de orígen marino, consiste en lechos arenosos muy próximos por la edad, como hemos dicho en otro lugar, al grupo del Limburgo que en este tratado llamamos Eóceno Superior, Pero en cuanto á los depósitos de agua dulce del Rhin cerca de Bonn, se encuentra en ellos tal cantidad de plantas, insectos, peces, batracios y otros diferentes fósiles ausentes en todas las demás partes, que no es posible al menos hasta el presente, señalarles un lugar preciso en la serie cronológica. Sin duda alguna estos depósitos se formaron durante el largo intervalo de tiempo que separó una de otra las formaciones terciarias Nummulítica y Faluniana, de tal manera que son mas recientes que el Eóceno Medio, y mas antiguas que las capas Miócenas de la tabla del capítulo IX. Se puede considerar como sujeta aun á discusion la clasificacion de los depósitos que pertenecen á este intervalo de tiempo y se han emitido en este punto diferentes opiniones por varios geólogos eminentes. Si por acaso se llegara á encontrar un paso entre los terrenos terciarios del Norte de Alemania tan conocidos ya por los

trabajos de Beyrich y los Galuns del Loira; si este paso se estableciera por el descubrimiento de capas intermedias en edad y caracteres paleontológicos, la mejor línea de demarcacion que convendria adoptar seria la propuesta por Hebert, segun la cual todas las capas del Limburgo, el Gres de Fontainebleau, la parte inferior de la cuenca de Maguncia y los lechos de Hempstead en la isla de Wight, estan clasificados como Mióceno Inferior, mientras que los Faluns estan colocados en el Mióceno superior. Entre estas dos formaciones existe todavía tan largo vacío, que no se ha creido posible, por las razones expuestas en otra parte, reunirlos bajo un nombre comun.

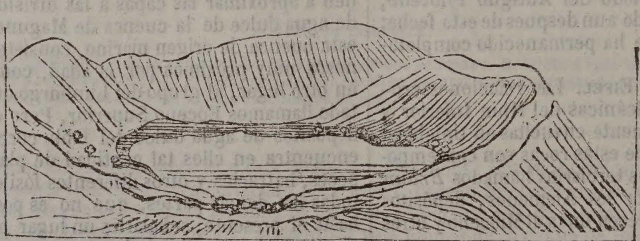
Los peces, en el lignito de las cercanías de Bonn, estan esparcidos en el seno de un esquisto bituminoso llamado Lignito Papiráceo, porque se puede dividir en hojas extremadamente delgadas. Los individuos en él son muy numerosos, pero parecen pertenecer á un corto número de especies, y algunos se refieren, segun Agassiz, á los géneros *Leuciscus*, *Aspius*, y *Perca*. Se han descubierto tambien en el Lignito Papiráceo, restos de rana de especies extinguidas; se puede ver una serie completa en el museo de Bornn; presentan desde el estado mas imperfecto de renacuajo hasta el de animal completo. Con estos restos se ha encontrado una salamandra que es difícil distinguir de la especie reciente, y tambien restos de diversos insectos.

Encima del lignito yace un vasto depósito de guijo principalmente compuesto de cantos rodados de cuarzo blanco, pero que contiene tambien algunos fragmentos de otras rocas; este depósito no forma á veces mas que una cubierta delgada, y otras veces llega á una potencia de mas de 30 metros. El guijo se distingue claramente por sus caracteres del que constituye hoy dia el lecho del Rhin; los alemanes le llaman *Kiesel gerolle*; muchas veces llega á grandes elevaciones, y en varios puntos está cubierto de eyecciones volcánicas. Evidentemente la comarca ha experimentado grandes cambios en su geografía física desde la formacion de este guijo, cuya posicion en efecto, se halla rara vez en relacion con el sistema actual de la corriente de las aguas; ademas, el grande valle del Rhin, como todas las rocas volcánicas mas modernas de la misma region, son posteriores á él.

Se ve cerca de Andernach, y en otros puntos, algunos de los lechos mas recientes de arena volcánica, cenizas y escorias, alternando con el *loam* (limo) llamado por otro nombre *loess*, que hemos descrito anteriormente como lleno de conchas recientes terrestres ó de agua dulce, y que se debe referir al período Post-Plióceno. Ya hemos dado á entender, que esta intercalacion de materias volcánicas entre capas de loess puede explicarse sin admitir que las últimas erupciones del Eifel se hayan verificado en una época tan reciente como la de la acumulacion de estas capas.

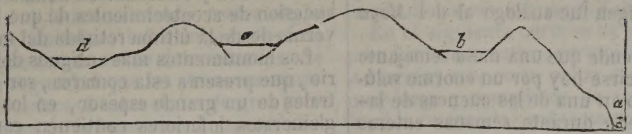
Las rocas ígneas del Westerwald y de las montañas llamadas los Siebengebirge se componen en parte de lavas basálticas y en parte de lavas traquíticas; estas últimas son en general las mas antiguas de los dos grupos. Hay en ellas diversas variedades de traquito; algunas son eminentemente cristalinas, y se asemejan á un granito de gruesos elementos, con anchos cristales separados de feldspato. La toba traquítica abunda tambien en esta region. Estas formaciones, algunas de las cuales han sido ciertamente contemporáneas de la produccion del lignito, fueron las primeras de una larga serie de erupciones de las cuales la mas reciente ha acaecido en una época en que la comarca habia adquirido, ó poco menos, su configuracion geográfica actual.

VOLCANES DEL EIFEL.—CRÁTERES DE LAGOS. Lyell ha reconocido, en los volcanes mas modernos del Eifel, caracteres distintos de todos los que habia observado anteriormente en Francia, en Italia y en España; vamos á describirlos aquí rápidamente. Las rocas fundamentales de la comarca con gres y esquistos grises y rojos, son calizas occidentales, lleno el todo de fósiles del Devoniano ó grupo del Antiguo Gres Rojo. Los volcanes se han abierto paso por medio de estas rocas inclinadas en una época en que los sistemas actuales de colinas y de valles se habian ya dibujado: las erupciones han tenido lugar á veces en el fondo de valles profundos, otras veces en la cumbre de las colinas y frecuentemente en mesetas; un viajero que recorra este distrito no deja de encontrarlas á cada paso é inesperadamente; muchas veces anda sobre el borde de un cráter antes de sospechar siquiera que se acerca al sitio de una antigua boca de fuego. Por ejemplo, supongamos que al llegar á la aldea de Gemund, inmediatamente al Sur de Daum, deja el arroyo que corre en el fondo de un profundo valle donde afloran capas de gres y de esquisto; que desde allí sube por una colina escarpada en la superficie de la cual se ve el canto de las mismas capas que se inclinan hácia el interior de la colina; cuando haya llegado á una altura considerable empezará á encontrar fragmentos de escorias esparcidos en la superficie; y en fin, cuando haya llegado al punto culminante, se encontrará de repente en la orilla de un *tarn* ó cuenca de un lago profundo y circular, como se ve en la figura siguiente.



El Gemunder Maar.

Este lago que se llama el Gemunder Maar, es uno de los tres que existen en aquel punto enteramente próximos, porque una misma cresta separa dos cavidades inmediatas. Al ver el primero de estos lagos se reconoce la forma ordinaria de un cráter; por lo demás debia esperarse asi en atencion á las escorias que se encuentran esparcidas en la superficie del suelo. Pero si se examinan las paredes del cráter no se tarda en observar precipicios de gres y esquisto que no manifiestan indicio alguno de la accion ígnea; en vano se buscan esos lechos de lava y de escorias que bajan en todas direcciones y que estamos habituados á considerar como característicos de las erupciones volcánicas. Sin embargo, á medida que el observador avanza hácia el lado opuesto del lago, y visita los cráteres *c* y *d*, encuentra una cantidad considerable de

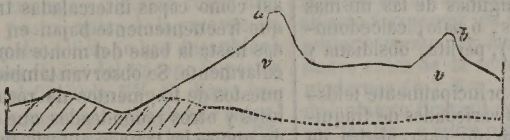


a. Aldea de Gemund.—b. Gemunder Maar.—c. Weinfelder Maar.—d. Schalhenmehren Maar.

escorias y algunas lavas; al mismo tiempo nota que la superficie entera del suelo está sembrada de arena volcánica y de fragmentos arrojados de un esquisto medio fundido que ha conservado su testura foliácea en el interior, mientras que la superficie es vitrificada y escoriforme.

A pocos quilómetros al Sur del lago que acabamos de citar se halla el Pulvermaar de Gillenfeld, lago oval, de una forma muy regular, rodeado de una cresta continua de materiales fragmentarios arrojados, esquisto y gres, y que conserva una altura uniforme de cerca de 45 metros sobre el nivel del mar. Su pendiente en el interior es de 45 grados poco mas ó menos; al exterior es de 35. Algunas materias volcánicas muy raras se hallan entremezcladas á las eyecciones que en este punto ocultan totalmente á la vista las rocas estratificadas de la comarca.

El Meerfelder Maar es una cavidad de diámetro y profundidad mucho mayores, abierta en las mismas capas; sus costados presentan en algunos puntos secciones escarpadas de rocas secundarias inclinadas, y estas en otros puntos se hallan cubiertas de una gruesa capa de esquisto pulverulento. Esta cavidad que podemos suponer ha despedido una gran cantidad de gases tiene como cosa de quilómetro y medio de diámetro, y se dice que mide mas de 180 metros de profundidad. A su inmediacion hay una montaña llamada el Mosenberg, formada en su parte inferior, de Gres Rojo y esquisto, pero que sostiene en su cumbre un triple cono volcánico, mientras que de sus lados desciende una corriente distinta de lava. El circuito del cráter del cono mas ancho recuerda completamente la forma y los caracteres del del Vesuvio; pero sobre todo sorprende el muro ó parapeto escarpado y casi á plomo, que las escorias presentaban hácia el interior, por ejemplo en *a*, *b*. No



Rocas estratificadas.—*v*. Volcánicas. Perfil del Mosembèrg, Eifel superior.

se puede explicar esta forma sino suponiendo que los fragmentos, á la temperatura del calor rojo cuando llenaron la cavidad, se cimentaron en una masa compacta, y continuaron durante algun tiempo conservando su estado de semifusion.

Si se pasa del Eifel Superior á la comarca inferior del mismo nombre, se encuentra el famoso cráter del lago de Laach que presenta una semejanza mas sorprendente aun, que ninguno de los hasta aquí mencionados con el Lago di Bolsena y otros de Italia; está en efecto coronado de un reborde de colinas de pendiente suave, compuestas de tobas movedizas, de escorias y pedazos de diversas variedades de lava.

Uno de los volcanes mas interesantes de la orilla izquierda del Rhin, en los alrededores de Bonn, se llama el Roderberg. Presenta un cráter circular de 400 metros poco mas ó menos de diámetro por 300 metros de espesor, y está hoy cubierto de campos de trigo. Capas muy inclinadas de gres y esquisto antiguos se elevan hasta el labio de uno de los lados de su boca abierta; pero estan cubiertas de guijo cuarzoso, y este á su vez, sostiene escorias volcánicas y arena tobácea. La pared opuesta del cráter se compone de cenizas y rocas escoriformes, semejantes á las de la cumbre del Vesuvio. Es evidente que la erupcion se ha verificado al través del Gres y el Aluvion que le cubre inmediatamente; Lyell asegura haber observado algunos cantos rodados de cuarzo mezclados con las escorias contra los lados de la montaña, como si hubiesen sido lanzados al aire para caer con las cenizas volcánicas. Ya se ha dicho que una gran porcion de este cráter habia sido llenada por el loess.

El carácter mas notable de la mayor parte de los cráteres que hemos descrito anteriormente, es la ausencia de todo indicio de alteracion ó de torrefaccion contra sus paredes, cuando estas estan formadas de capas regulares de Gres y esquisto antiguos. Es evidente que las cumbres de las colinas compuestas de rocas estratificadas que acabamos de mencionar, en ciertos casos han sido arrastradas por las expulsiones gaseosas, y que por el contrario lavas y frecuentemente muy pocas escorias, han salido de la cavidad nuevamente formada. En realidad, nada es mas sorprendente en los volcanes del Eifel, que la prueba que ellos dan de un prodigioso desprendimiento de gas, no acompañado de corrientes de materias fundidas, excepto en varios puntos donde todavía tienen estas un volúmen insignificante. No se conocen otros volcanes extinguidos en que las explosiones gaseosas de tal abundancia y de tal energía hayan arrojado una cantidad tan pequeña de lava. Sin embargo, en vano se han buscado en el Eifel indicaciones en apoyo de la hipótesis llamada de los *cráteres de alzamiento*, segun lo cual las rocas estratificadas habrian sido levantadas todo alrededor de la boca volcánica por la emision súbita de volúmenes enormes de gas, para formar masas cónicas de capas inclinadas hácia fuera en todos los lados del eje central.

Trass. En el Eifel Inferior, erupciones de lava traquítica han precedido á la emision de las corrientes de basalto, é inmensas cantidades de pomez han acompañado en todas partes á la salida de los traquitos. El aluvion tobáceo llamado *Trass*, que ha descubierto extensas superficies en este país y llenado algunos valles hoy dia cubiertos en parte, no está estratificado. Su base se halla casi enteramente compuesta de pomez que contiene fragmentos de basalto y otras lavas,

pedazos de esquisto, de pizarra y de gres calcinados, así como muchos troncos y ramas de árboles. Si este Trass se formó durante el período de las erupciones volcánicas, quizá su orígen fue análogo al del *Moya* de los Andes.

Fácilmente se comprende que una masa semejante podria muy bien producirse hoy por un enorme volúmen de gas desarrollado en una de las cuencas de lago. El agua permaneceria durante semanas enteras en un estado de ebullicion violenta, hasta que adquiriera la consistencia de lodo, exactamente lo mismo que el mar que quedó cargado de fango, alrededor de la isla de Graham, en el Mediterráneo en 1831. Si se abriera entonces una brecha en uno de los lados del cono, el torrente precipitaria grandes masas de fragmentos de esquisto y gres que irian á llenar el valle mas próximo. Bosques enteros podrian desaparecer bajo la violencia de un cataclismo semejante, y de aquí la existencia de esos numerosos troncos de árboles que se encuentran dispersos irregularmente al través del trass.

Hungría. Beudant ha descrito en su notable obra sobre la Hungria, cinco grupos distintos de rocas volcánicas. Estos grupos, aunque poco desarrollados en extension, ofrecen caracteres notables á la geografía física de aquella comarca; se elevan en forma escarpada del centro de llanuras extensas formadas de capas terciarias y han constituido sin duda islas en el mar antiguo, como lo son hoy Santorin y Milo en el Archipiélago griego. Beudant ha observado que los productos minerales de estas dos islas se parecian extraordinariamente á los de los volcanes apagados de Hungria, donde abundan algunas de las mismas especies ó variedades minerales, ó palo, calcedononia, pedernal resinoso (resinita), perlita, obsidiana y pitchstone (resinita).

Las lavas, en Hungria, son principalmente feldspáticas. Consisten en diferentes variedades de traquito, algunas son celulares y sirven para piedra de moler; varias son tambien escoriformes lo que indica su salida á cielo abierto. Se encuentra pomez en bastante cantidad y tambien conglomeratos, ó mas bien brechas en las cuales fragmentos de traquito estan unidos por toba-pomez ó algunas veces por la sílice.

Es probable que estas rocas hayan sido impregnadas de sílice por aguas de manantial, calientes, análogas á las de los Geysers ó quizá en algunos casos, por vapores acuosos, los cuales como los de Lanzarote, habrian depositado hidrato de sílice.

Bajo la influencia de estos manantiales ó vapores los troncos y ramas de árboles arrastrados por las inundaciones y sepultados en las tobas sobre las vertientes de las montañas, han podido silicificarse. Rara vez se cava, dice Beudant, á cierta profundidad, en el depósito de pomez de una masa volcánica, sin encontrar un leño opalizado, ó algunas veces, troncos enteros de árboles de grandes dimensiones y de un peso considerable, completamente reemplazados por la sílice.

Segun las especies de conchas recogidas principalmente por Boue y examinadas por Deshayes, parece que los restos fósiles sepultados en las tobas volcánicas y en el seno de las capas que alternan con estas en Hungria, pertenecen al tipo Mióceno, y que no son idénticas, como se habia supuesto en un principio, con los fósiles de la cuenca de París.

CAPITULO XXXII.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS (*Continuacion*).

Rocas volcánicas de Auvernia. Los volcanes apagados de Auvernia y de Cantal parecen haber empezado sus erupciones durante el período del Eoceno Superior, y llegado á su mayor intensidad durante las eras Miócena y Pliócena. Ya hemos indicado la gran sucesion de acontecimientes de que fue teatro la Auvernia desde la última retirada del mar.

Los monumentos mas antiguos del período Terciario, que presenta esta comarca, son depósitos lacustrales de un grande espesor, en los cuales los conglomeratos inferiores contienen cantos rodados de cuarzo, micasquisto, granito y otras rocas no volcánicas, sin la mas ligera mezcla de productos ígneos. A estos conglomeratos suceden calizas asi como margas calizas y arcillosas que contienen conchas y huesos de mamíferos del Eóceno Superior. La mayor parte de las rocas ígneas parecen haber salido durante los períodos Mióceno y Plióceno; (cuadrúpedos extinguidos de estas épocas), y principalmente de los géneros Mastodonte, Rinoceronte y otros, fueron sepultados en las cenizas ó al través de los lechos de arena y de guijo de aluvion y debieron su conservacion á la expansion de la lava que vino á cubrirles.

La mas antigua y la mas notable de las masas volcánicas de Auvernia es el Mont-Dor, que descansa sin intermedio en rocas graníticas á cierta distancia de las capas de agua dulce. Este monte enorme se eleva rápidamente á la altura de algunos miles de metros sobre la meseta que le rodea y conserva la forma de cono rebajado un poco irregular, sus vertientes se inclinan bajo una pendiente mas ó menos escarpada hasta el nivel de la alta llanura que le rodea. El cono se compone de lechos delgados de escorias y de pomez con sus detritus en un estado fino, así como capas intercaladas traquíticas y basálticas que frecuentemente bajan en tablas no interrumpidas hasta la base del monte donde se extienden circularmente. Se observan tambien conglomeratos compuestos de fragmentos de rocas ígneas, unos angulosos y otros redondeados que alternan con las rocas de que se ha tratado anteriormente; estas diferentes masas se inclinan partiendo del eje central, y son paralelas á las pendientes de la montaña.

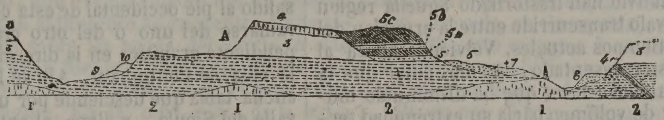
La cumbre del Mont-Dor está coronada de siete ú ocho picos de rocas, y hoy no se podria ver un cráter regular, pero se puede fácilmente suponer uno que habran desmantelado los temblores de tierra y socavado los agentes acuosos. Quizá no ha formado en su orígen, como el cráter mas elevado del Etna, mas que una prominencia insignificante relativamente á su gran masa, y quizá tambien ha sido frecuentemente destruido y renovado.

Segun la opinion de ciertos geólogos, este monte, lo mismo que el Vesuvio, el Etna y otros volcanes de proporciones colosales, no deberia su forma de cúpula al predominio de erupciones en uno ó varios puntos centrales, sino mas bien el alzamiento de capas primitivamente horizontales de lava y de escorias. Al hablar de la Palma, hemos explicado las razones que hacen desechar esta opinion. La inclinacion media de la cúpula del Mont Dor es de 8 grados 6 minutos, mientras que los montes Loa y Kea, en las islas de Sandwich, cuyas pendientes son el resultado de corrientes de lavas modernas, la inclinacion es de 6 grados 30 minutos en un punto, y de 7 grados 46 minutos en otro. No es absolutamente necesario suponer que las corrientes basálticas del antiguo volcan de Francia hayan sido antiguamente mas horizontales que lo son hoy dia. Sin embargo, es muy probable que durante la larga serie de erupciones que exigió la acumulacion de una masa tan extensa de materias volcánicas, se habran verificado algunas dislocaciones ó alzamientos, y que durante la distension de la masa, las capas de lava y de escorias debieron en ciertos puntos adquirir un poco mas ó un poco menos de oblicuidad de la que poseian en un principio.

En cuanto á la edad de la gran masa del Mont Dor, no se ha establecido hasta ahora de una manera definitiva, porque no se han encontrado restos orgánicos en el seno de las tobas, salvo impresiones de hojas de árboles que aun no estan determinadas. Se puede afirmar con seguridad que las primeras erupciones han sido posteriores á estas clases de gres groseros y conglomeratos de la formacion de agua dulce de la Limagne que no contiene cantos rodados de rocas volcánicas. Por otra parte, se han verificado eyecciones antes de la desecacion de los grandes lagos y otras posteriormente á esta desecacion en una época en que habian abierto ya profundos valles al través de las capas de agua dulce.

En el siguiente corte se ha procurado hacer comprender la estructura geológica de una parte de la Auvernia; este corte podrá dar una idea de la serie muy larga y complicada de acontecimientos de que ha sido teatro este país á contar desde el depósito de las primeras capas lacustrales (núm. 2) sobre el granito (núm. 1).

Cambios que atestiguan numerosas pruebas impli-



Corte del valle del Couze, en Nechers, pasando por el Mont Perrier é Issoire, hasta el valle del Allier y al Tour de Boulade en Auvernia.

10. Corriente de lava de Tartaret, cerca de su terminacion en Nechers.—9. Lecho de osamentas, arcilla arenosa roja, bajo la lava de Tartaret.—8. Lecho de osamentas de la Tour de Boulade.—7. Aluvion mas moderno que el n.° 6.—6. Aluvion con osamentas de hipopótamo.—5. *c*. Brecha traquítica parecida á 5 *a*.—5. *b*. Lecho de osamentas, superior, guijo, etc., de Perrier.—5. *a*. Brecha y conglomerato, masas angulares de traquito, cuarzo, cantos rodados, etc.—5. Lecho de osamentas inferior de Perrier; arena y guijo ocráceo.—4'. Dique basáltico.—4. Meseta basáltica.—3. Lechos de agua dulce, superiores; caliza, marga, yeso, etc.—2. Formacion de agua dulce, inferior; arcilla roja, arena verde, etc.—1. Granito.

can una profunda desnudacion sin intervencion alguna del mar durante la totalidad de este período. Los lechos superiores de agua dulce, (núm. 3) una vez formados en el seno de un lago, debieron sufrir una profunda destruccion; y esto, antes de la excavacion de los valles del Couze y del Allier. Se han descubierto en estos lechos algunos fósiles del Eóceno Superior que hemos descrito en el Capítulo XV. El dique basáltico 4, es uno de los numerosos ejemplos de intrusion de materias volcánicas al través de las capas Eócenas de agua dulce. Data quizá del Eóceno Superior ó del Mióceno, y da orígen, una vez llegado á la superficie ó extendido en el suelo, á una especie de meseta de basalto como se ve coronando las colinas terciarias en Auvernia y particularmente Mont Perrier.

No es raro encontrar lechos de guijo con osamentas de mamíferos extinguidos bajo estas corrientes antiguas de basalto, por ejemplo, en el punto A entre el n.° 4 y las capas de agua dulce n.° 3, cuya superficie evidentemente formó en aquella época el nivel mas inferior á que corrieron las aguas que bañaron la comarca. Posteriormente vino á depositarse sobre esta meseta basáltica, un pedazo de arena y de guijo ocráceo (n.° 5) conteniendo numerosas osamentas de cuadrúpedos. Encima reposa una brecha ó conglomerato tobáceo con peñascos angulosos de traquito y algunos cantos rodados de cuarzo. A este depósito siguen las formaciones 5 *b* semejante á 5, y 5 *c* idéntica á la brecha traquítica 5 *a*. Estas dos brechas parecen segun su semejanza con otras rocas análogas observadas en el Mont Dor, haber descendido de los lados de la montaña durante sus erupciones; los depósitos de aluvion que alternan con ellas, contienen restos de mastodonte, rinoceronte, tapir, gamo, castor y cuadrúpedos de otros géneros que pueden referirse á unas cuarenta especies todas extinguidas.

Estos cuadrúpedos, cualquiera que sea su edad en la serie Terciaria, han habitado ciertamente el país desde el orígen de las formaciones 5 y 5 *c*. Fueron probablemente envueltos por inundaciones, y precipitados de los costados de volcanes en erupcion, en los momentos en que grandes cantidades de vapores salian del cráter, ó que grandes masas de nieve se fundian súbitamente bajo la accion de la nieve como se ha visto en nuestros dias en el Etna y en Islandia. Un diluvio ocasionado por tales accidentes, arrastra necesariamente hácia los valles ó llanuras que se extienden al pié de una eminencia, fragmentos de rocas ígneas mezcladas con lodo.

Mas adelante veremos, que el valle de Issoire, asolado por antiguas inundaciones, fue en un principio abierto á expensas de las formaciones 2, 3 y 4, lleno posteriormente por las masas 5 y 5 *c*, y excavado de nuevo antes de la acumulacion de los aluviones mas modernos (n.° 6 y 7). En estos últimos tambien ha descubierto Bravard especies particulares de mamíferos fósiles, y entre otros, un hueso de hipópotamo.

Finalmente, cuando el valle del Allier cedió una vez mas á la erosion por el lado de Issoire, se formó un declive de fragmentos angulosos de basalto y de caliza de agua dulce (n.° 8), llamado el lecho de osamentas de la Tour de Boulade; en este depósito Bravard y Pomel han recogido otros varios mamíferos: *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus* (comprendiendo un Reno) *Equus*, *Bos*, *Antilope*, *Felis* y *Canis*. Este depósito parece verdaderamente el mas moderno de las cercanías, porque atravesando el valle del Couze para ir de Issoire á Mont Perrier, se encuentra otro lecho de osamentas (n.° 9) sobre el cual se ve una corriente de lava (n.° 10).

La historia de esta corriente que termina á algunos centenares de metros mas abajo del punto n.° 10, en los arrabales de la aldea de Necher, es curiosa bajo mas de un aspecto. La lava presenta la forma de una faja estrecha de 21 quilómetros ó mas de longitud, y llena el fondo del valle seguido por el rio Couze que sale de un lago al pié del Mont Dor. Este lago está construido por una barrera que atraviesa el antiguo lecho del Couze y se compone en parte del cono volcánico formado de escorias movedizas llamado el Puy de Tartaret, de cuya base ha salido la corriente de que vamos hablando. La especie de dique arrojado asi delante del rio, ha resultado igualmente de un deslizamiento extenso de terreno acaecido tal vez en la época de la grande erupcion que ha producido el cono.

Este cono de Tartaret presenta un monumento importante de las diferentes edades en que han ocurrido las erupciones ígneas en Auvernia; porque evidentemente ha sido producido en el fondo del valle actual, cuyos límites son precipicios profundos formados de tablas de antiguos traquitos ó basaltos columnarios que han corrido en otro tiempo del Mont Dor partiendo de grandes alturas.

Cuando se sigue el curso del rio Couze, desde su

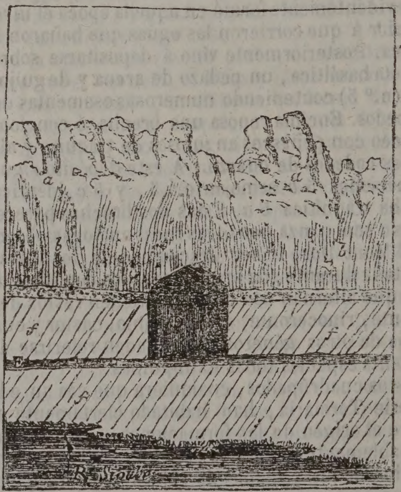
orígen en el lago del Chambon hasta la extremidad terminal de la corriente de lava de Nechers, es decir, en una distancia de 21 quilómetros, se observa que el torrente se ha abierto en varios puntos un lecho al través de la lava, cuya parte inferior es columnaria. En algunas gargantas estrechas, el agua ha sido bastante impetuosa para arrastrar masas enteras de roca basáltica aunque el trabajo de erosion haya sido segun toda probabilidad sumamente lento, porque el basalto era tenaz y duro, y cada columna ha debido una despues de otra ser desmantelada y reducida á guijarros, y luego transformada en arena. Durante el tiempo que ha exigido esta operacion, el cono, tan perecedero de Tartaret compuesto de arena y de cenizas, ha permanecido intacto, lo que prueba, que ninguna grande inundacion ni diluvio han trastornado aquella region durante el intervalo transcurrido entre la erupcion del Tartaret y los tiempos actuales. Volviendo ahora al corte que hemos representado, haremos notar que la corriente de lava de Tartaret que ha disminuido mucho de espesor y de volúmen hácia su extremidad terminal, presenta en este punto una seccion perpendicular de 7 metros de altura vuelta hácia el rio. Debajo de la lava se halla el aluvion n.º 9 formado de una arcilla roja arenosa que debia cubrir el fondo del valle cuando descendió la corriente de roca fundida. Algunas osamentas que se encuentran en este aluvion, recuerdan una especie de raton campesino *Arvicola*; tambien se distingue en él el diente molar de un caballo extinguido *Equus fossilis*. Otros restos recogidos en la misma capa, pertenecen á los géneros *Sus*, *Bos*, *Cervus*, *Felis*, *Canis*, *Martes*, *Talpa*, *Sorex*, *Lepus*, *Sciurus*, *Mus* y *Lagomys*, con un total de cuarenta y tres especies á lo menos, todas muy análogas á los animales modernos; pero la mayor parte de las cuáles presentan sin embargo algunos puntos de diferencia, por ejemplo, el caballo que acabamos de citar, examinado por Owen. Se han encontrado igualmente asociadas á los fósiles que hemos enumerado osamentas de rana, serpiente, lagarto, y varias aves asi como un gran número de conchas terrestres recientes, tales como *Cyclostoma elegans*, *Helix hortensis*, *H. nemoralis*, *H. lapicida* y *Clausilia rugosa*. Si se admite que estos animales hayan sido arrastrados por las inundaciones que acompañaron las erupciones del Puy de Tartaret, siendo la fecha de este último acontecimiento comparativamente muy moderna, pertenecerian al Nuevo Plióceno ó quizá al Post-Plióceno. Sin embargo, la corriente que ha salido de Puy de Tartaret, es muy antigua relativamente á la existencia del hombre; la prueba está no solamente en la diferencia que presenta la fauna mamífera comparada con la de hoy, sino tambien en el hecho de la existencia á 2 quilómetros y medio próximamente de Saint-Nectaire, de un puente romano de forma y construccion tales, que debe datar del siglo V, y aun quizá de una época mucho mas antigua. Este puente está reedificado sobre el rio Couze; está sostenido por dos arcos, cada uno de 4 metros próximamente de anchura; estos arcos estan descansando sobre la lava de Tartaret, en los dos lados del rio, circunstancia que demuestra hasta la evidencia, que una quebrada semejante á la que existe hoy dia, habia sido ya formada por el rio, al través de la lava, trece ó catorce siglos antes.

En el centro de Francia se cuentan algunos centenares de conos pequeños como el de Tartaret; entre ellos, un gran número, semejantes al Monte Nuevo cerca de Nápoles, son el producto de una sola erupcion. Algunos siguen una direccion sensiblemente linear que va de la Auvernia al Vivarés; han vomitado sobre todo corrientes de lava basáltica. Los de Auvernia, llamados los Monts Dome, situados sobre una meseta granítica, constituyen una cresta irregular de 28 quilómetros de largo por 3 quilómetros de ancho. Estan ordinariamente truncados en su vértice, pero el cráter está muchas veces totalmente conservado; la lava ha corrido de su base, aunque muy frecuentemente tambien el cráter presenta en uno de sus bordes una escotadura por la que ha salido la materia fluida. Estan compuestos de escorias movedizas, piedras y puzzolana con fragmentos de traquito y de granito.

PUY DE COME. Se puede todavía señalar como pequeño volcan el Puy de Come y su corriente de lava cerca de Clermont. Esta eminencia cónica se levanta de una meseta granítica, formando un ángulo de 30 á 40 grados, hasta la altura de 275 metros. Su cumbre presenta dos cráteres distintos, uno de 76 metros de profundidad vertical. Una corriente de lava que ha salido al pié occidental de esta colina en lugar de derramarse del uno ó del otro cráter, ha seguido una pendiente granítica en la direccion del sitio actual de la villa de Pontgibaut. Allí se ha extendido en una ancha tabla que desciende por una pendiente llana al valle del Sioule, y llena el antiguo lecho del rio en una longitud de mas de quilómetro y medio. Arrojado asi de su primera corriente, el Sioule se ha abierto un camino lateral entre la lava y el granito de su orilla occidental, y la excavacion ha puesto al descubierto una especie de muralla de basalto columnario á la profundidad de unos 15 metros.

Esta quebrada continua profundizándose; cada invierno algunas columnas de basalto minadas en su base, se derrumban, bajan por el lecho del rio y son transformadas con el tiempo en arena y guijarro. En cuanto al cono de Come ha permanecido hasta hoy intacto; sus materiales movedizos han sido protegidos por una espesa vegetacion, y como se halla situado en una elevacion que no está dominada por otra alguna, se halla al abrigo de las inundaciones causadas por las lluvias; no puede ponerse límite á la degradacion que podrá sufrir por efecto del tiempo el basalto muy duro, si la geografía física de la comarca no llega á cambiar, y por oposicion no puede fijarse término al número de años durante los cuales la cumbre de Come compuesta de materiales incoherentes é indestructibles llamada el Puy de Come, conservará su condicion actual.

LAVA DE CHALUZET. Otro volcan, situado mas abajo á lo largo de la corriente del Sioule, presenta un segundo ejemplo del mismo fenómeno: este es el Puy Rojo, montecillo cónico situado al Norte de la aldea.



Corriente de lava de Chaluzet (Auvernia), en su punto de terminacion.

a. Lava escoriácea.—*b*. Basalto columnario.—*c*. Guijo.—D. Antigua galería de mina.—E. Sendero.—*f*. Gneis.

de Pranal. El cono de este volcan está formado completamente de escorias rojas y negras, de toba y bombas volcánicas. En su vertiente horizontal, hácia la aldea de Chaluzet, existe un cráter desmantelado del cual ha salido una poderosa corriente de lava dirigiéndose hácia el valle del Sioule. El rio se ha abierto despues una quebrada al través de la lava y el gneiss subyacente, en una profundidad que á veces llega á 122 metros. Encima del escarpado que forma el lado izquierdo de esta quebrada, se ve una masa potente de lava escoriácea negra y roja, que es cada vez mas columnaria hácia su base. Inferiormente á esta lava existe con un espesor de 0m 90 el lecho c de arena y guijo, que evidentemente fue un antiguo lecho de rio y que al presente se encuentra á una altura de 7 metros sobre las aguas del Sioule. A este guijo, de donde salen fuentes, sucede un gneiss corroido á la profundidad de 7 metros en el punto que representa la figura. En D, muy cerca de la aldea de Les Combres, se observa la entrada de una galería de donde se extraia mineral de plomo que nace en el gneiss. Esta mina demuestra que el lecho de guijarros sigue de una manera continua una direccion horizontal entre el gneiss y la masa volcánica. Aquí tambien indudablemente mientras el basalto queda gradualmente carcomido y arrastrado por la fuerza del agua corriente, el cono que habia dado la lava escapaba á la destruccion, situado como estaba sobre una meseta del gneiss elevada á algunos centenares de metros sobre el nivel del valle que fue en otro tiempo teatro de las destrucciones verificadas por el elemento líquido.

Puy de Pariou. El borde del cráter del Puy de Pariou, cerca de Clermont, es tan sumamente agudo y ha sufrido tan poco las injurias del tiempo, que apenas presenta un sitio en que poderse sentar. Este cono y algunos otros han resistido, sin duda, no á pesar de su naturaleza movible ó porosa como pudiera creerse á primera vista, sino á causa de este mismo carácter. No deben reunirse hilos de agua en una superficie en que la lluvia es inmediatamente absorbida á medida que cae por la arena y las escorias como se ve claramente en el Etna. Solamente una tromba precipitándose directamente sobre el Puy de Pariou, hubiera sido capaz de arrastrar una porcion de la montaña, suponiendo todavía que esta tromba no se hubiera hundido en las entrañas del cono por efecto de un temblor de tierra.

Se concibe pues que tales eminencias, de un aspecto tan bien conservado y de una forma tan completa, puedan sin embargo remontarse á una gran antigüedad. El doctor Daubeny ha hecho con razon observar que si estos volcanes se hubieran hallado realmente en la época de la conquista por Julio César, este general que acampó en las llanuras de Auvernia y puso sitio á su principal villa (Gergovia, cerca de Clermont), no habria dejado de indicar el acontecimiento de las erupciones. Si hubieran existido algunos recuerdos de estas en los tiempos de Plinio y de Sidonio Apolinario, el primero de estos antiguos autores ¿se hubiera olvidado de hacer mencion de ellas en su *Historia Natural* y el segundo de decir alguna palabra á lo menos en las descripciones de su provincia natal? La residencia de este poeta estaba situada á orillas del lago Aidat, que ha debido su formacion á la interceptacion de un rio por una de las corrientes mas modernas de lava.

Velay. Las observaciones de Bertrand de Doue no han establecido aun que ninguno de los antiguos volcanes del Velay haya estado en actividad durante el período Eóceno. En el Velay, como en Auvernia, existen lechos de guijo cubiertos de lava á diferentes alturas sobre el lecho de los rios actuales. En el mas elevado y mas antiguo de estos aluviones los cantos rodados son exclusivamente de granito; pero en los mas recientes que se encuentran á niveles inferiores, y que se han acumulado despues que los valles fueron abiertos á una gran profundidad, se observa una mezcla de rocas volcánicas.

En Saint-Privat de Allier, el doctor Hibbert ha descubierto un lecho de escorias y tobas volcánicas entre dos corrientes de lava basáltica, y en la toba yacian osamentas de varios cuadrúpedos, algunas de ellas adherentes á masas de lava escoriácea. Entre otros animales ha distinguido los *Rhinoceros leptorhinus, Hyœna spelea* y una especie vecina de la hiena manchada del Cabo, al mismo tiempo que cuatro especies indeterminadas de gamo. Este depósito recuerda las relaciones publicadas cerca de una erupcion acaecida en Cosequina, en la América central en 1835; esta erupcion fue acompañada de cenizas y de escorias que hicieron perecer un gran número de animales salvajes y domésticos.

Plomo del Cantal. En cuanto á la edad de las rocas ígneas del Cantal, no se podria hasta el presente afirmar nada con certeza, sino que se sobreponen á las capas lacustrales Eócenas (Superiores) de este país. Constituyen una enorme cúpula, cuya pendiente media no es mas que 4 grados y que indudablemente ha debido como el cono del Etna, formarse por una larga serie de erupciones. Se compone de traquito, fonolita, lava basáltica, tobas y conglomeratos ó brechas, y se eleva á una altura de algunos miles de metros. En ella se ven abundantes diques de fonolita, de traquito y de basalto, especialmente en la inmediacion de la gran cavidad (probablemente cráter perfecto en otro tiempo) alrededor de la cual se hallan los cráteres del Cantal dispuestos circularmente; algunos de estos picos, á excepcion del Plomo del Cantal, suben muy por encima del borde ó labio del cráter supuesto. Una eminencia, llamada el Puy Griou, ocupa el medio de esta cavidad. Es claro que el volcan del Cantal, se ha abierto precisamente sobre el sitio del depósito lacustral que hemos descrito, el cual ha llenado una depresion del micasquisto. En el seno de las brechas, aun en los puertos mas culminantes de la montaña, se observan fragmentos arrojados de estos lechos de agua dulce de que hemos hablado, y algunas veces tambien pequeños peñascos de pedernal con conchas Eócenas. Los valles irradian en todas direcciones partiendo de las alturas centrales del monte, y aumentan en anchura á medida que se alejan. Los de Cer y de Jourdanne, que tienen mas de 32 quilómetros de largos; son muy profundos y dejan ver la estructura de la montaña. No se observa en ellos alternativa alguna de lava con las capas no alteradas del Eóceno; las tobas de conchas de agua dulce faltan tambien completamente, aunque algunas de ellas ofrezcan restos fósiles de vegetales terrestres, lo cual parece indicar diferentes reapariciones de la vegetacion en la montaña durante los intervalos de tiempo que han separado las grandes erupciones. Al lado septentrional del Plomo del Cantal, en la Vissiere, cerca de Murat, se halla un punto, en donde se ven la caliza y marga de agua dulce cubiertas de un espesor de 245 metros próximamente de roca volcánica; algunos fallos atraviesan estas capas de caliza y de marga.

Al tratar en otro lugar de los depósitos lacustrales del centro de Francia, hemos establecido, que al través del grupo arenáceo y pedregoso, que se ha depositado en los lagos de Auvernia, del Cantal y del Velay, no se habian descubierto nunca piedras volcánicas, aunque algunas masas de rocas ígneas ocupen la inmediacion. Como esta observacion se apoya en las investigaciones mas minuciosas, estamos enteramente en el derecho de admitir que las erupciones volcánicas no habian empezado aun cuando se depositaron las subdivisiones mas antiguas de los grupos de agua dulce.

En el Cantal y el Velay, no se ha encontrado aun prueba alguna positiva de erupciones ígneas acaecidas durante el depósito de las capas de agua dulce; pero no podria sin embargo ponerse en duda que se hayan verificado algunas explosiones volcánicas en Auvernia antes de quedar en seco los lagos en la época en que vivian las especies animales y vegetales del Eóceno Superior. En Pont-du-Chateau, cerca de Clermont, por ejemplo, un corte natural, en la ribera del Allier, deja ver tobas volcánicas alternando con una caliza de agua dulce, la cual, muy pura en algunos puntos, está mezclada en otros con partículas de materia volcánica, como si la hubiera depositado al mismo tiempo que la arena y las escorias arrojadas por los cráteres inmediatos.

Otro ejemplo se observa de un depósito análogo en el Puy de Marmont, cerca de Veyres; una marga de agua dulce, alterna con una toba volcánica que contiene conchas Eócenas. La toba ó brecha de esta localidad es precisamente la roca que resultaria de las cenizas volcánicas cayendo en el agua y mezclándose con fragmentos de marga ó de rocas estratificadas. Estas tobas y margas estan muy inclinadas y atravesadas por un filon de basalto, que elevándose en la montaña, se divide en dos ramas.

Gergovia. La colina de Gergovia, cerca de Clermont, ofrece un tercer ejemplo de estos fenómenos. Algunos geólogos son de opinion de que no existe en aquel punto la alteracion de una corriente contemporánea de lava y de capas de agua dulce, que otros observadores han supuesto; pero por su posicion y su contenido, ciertas tobas que se hallan asociadas á estas rocas, resultan evidentemente de erupciones volcánicas sobrevenidas durante el depósito de las capas lacustrales.

El pié de la colina está formado de lechos ligeramente inclinados de margas blancas y verdosas, que miden mas de 90 metros de potencia, y estan atravesadas por un dique de basalto que se puede estudiar en la quebrada mas arriba de la aldea de Mesdogne. Este dique corta las capas margosas en un ángulo muy abierto, produciendo en general mucha alteracion y confusion, hasta cierta distancia del punto de contacto. Encima de las margas blancas y verdes, se ve una serie de capas calizas y margosas que contienen capas de agua dulce, y alternan con la toba volcánica. En la parte mas inferior de esta division, se observan lechos de marga interestratificados con una toba compacta, hojosa, parecida á la depositada bajo el agua en Italia y en Sicilia, que se llama *peperino*. A veces se distinguen fragmentos de escorias en el seno de la roca. A mayor altura en la colina, se ve otro grupo del mismo espesor, compuesto principalmente de toba, sobre el cual yacen otras capas margosas entremezcladas con materia volcánica. Entre las especies de conchas fósiles recogidas en el seno de estas capas, pueden citarse la *Melania inquinata*, un *Unio* y un *Melanopsis*; pero no han sido suficientes para permitir determinar con precision la edad de la formacion.

Existen diferentes puntos, en Auvernia, en que las rocas ígneas han sido inyectadas á la fuerza por emisiones sub-siguientes, al través de las arcillas y las calizas margosas, de tal manera, que el todo constituye una especie de caos brechiforme; entre esta masa confusa y el basalto, no se descubre á veces línea alguna marcada de demarcacion. Las cavidades de la roca suelen estar llenas de calcedonia, de cristales de mesotipa, de estilbita, y de aragonito. A las formaciones de esta clase pertenecen, quizá, una de las brechas inmediatas al dique en la colina de Gergovia, pero no puede admitirse que la arena volcánica y las escorias que alternan con las margas y las calizas, en la parte superior de esta colina, hayan sido, como el dique, introducidas despues por una fuerza que obraba desde abajo. Estos productos han debido depositarse como los sedimentos que caen al fondo de las aguas, y han resultado únicamente de una accion ígnea, contemporánea de la acumulacion de las capas lacustrales.

El lector recordará, que esta conclusion concuerda muy bien con las pruebas que hemos deducido de la abundancia de los pedernales, travertin y yeso depositados con las capas lacustrales superiores; porque estas rocas son precisamente las que producirian aguas de fuente minerales y termales.

Período cretáceo. Aun cuando no hubiera pruebas de erupciones volcánicas sobrevenidas en Inglaterra durante el período de la creta y del gres verde, seria un error suponer que esta comarca no ha sido el teatro de ninguna accion ígnea durante el período cretáceo. Virlet ha demostrado claramente que en Grecia, ciertos trapps, que él llama ofiditas, pertenecen á esta edad; tales son los que se alternan en estratificacion concordante con la caliza cretácea y el gres verde, entre Kastri y Damala en Morea. Estan formadas en gran parte de rocas de dialaga y de serpentina, asi como de una amigdaliode con núcleos calizos y pasta de serpentina.

En ciertas partes de la Morea, la edad de las rocas volcánicas se deduce de los lechos siguientes: las Calizas litográficas de la era Cretácea, estan atravesadas por trapps, y se observa en Nauplia y en otros lugares un conglomerato que contiene, en medio de su cimento calizo, varios fósiles bien conocidos de la creta y del gres verde, al mismo tiempo que piedras de la misma roca de ofiolita que llena los diques arriba mencionados.

Período de la Oolita y del Lías. Aunque los trapps verdes y serpentinos de Morea pertenecen principalmente á la era Cretácea, parece que ciertas erupciones de rocas semejantes, debieron empezar durante el período Oolítico; es probable tambien que una gran parte de las masas trapeanas llamadas ofiolitas en los Apeninos, y asociadas á la caliza de esta cadena, correspondan á la misma edad.

En cuanto al orígen de cierta porcion de rocas de las Hébridas, es contemporánea de la Oolita, que estas rocas atraviesan y cubren, como lo ha demostrado el profesor Forbes en 1850. Ciertas erupciones de Skye, por ejemplo, se han verificado hácia el fin del período Oolítico Medio, y antes del principio de la division superior del mismo terreno.

Tapp del período del Nuevo Gres Rojo. En la parte meridional del Devonshire, las masas trapeanas se hallan asociadas al Nuevo Gres Rojo, y segun la Beche, en lugar de haber penetrado al través del gres despues de la formacion de esta roca, debieron ser producidas por acciones volcánicas contemporáneas. Ciertos lechos de gres grosero, mezclados con una marga roja ordinaria, se parecen á arenas arrojadas por un cráter, y en los conglomeratos estratificados que se encuentran cerca de Tiverton, se observan numerosos fragmentos angulosos de trapp pórfido, algunos de los cuales pesan hasta una ó dos toneladas; se hallan entremezclados con guijarros de otras rocas. Estos fragmentos angulosos han sido lanzados probablemente de cráteres volcánicos, y han caido sobre la materia sedimentaria en el mismo momento en que esta se depositaba.

Período carbonífero. El doctor Fleming, asegura haber encontrado dos clases de rocas trapeanas, en la cuenca hullífera de Forth en Escocia. La mas reciente de estas dos clases, perteneciente á la serie superior del terreno hullífero, se ve muy bien á lo largo de las orillas del Forth, en el Fifeshire, donde se compone de basalto con olivina, de amigdaloide, greenstone, wacke y toba. Las rocas parecen haber sido arrojadas de volcanes en una época en que las capas eran aun horizontales, y haber sufrido ulteriormente las mismas

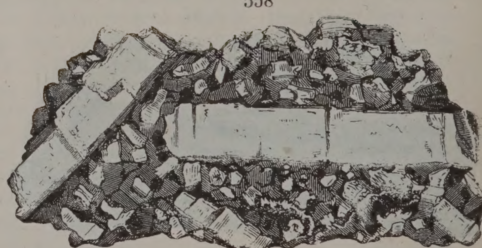
553



559



558

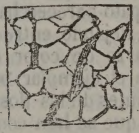


553. Roca y huso de Saint-Andrews, vistos en 1838; *a*. Toba no estratificada; *b*. Greenstone columnario; *c*. Toba estratificada.—558. Granito porfídico en Cornwall.—559. Pedazo de gneiss de tamaño natural; corte perpendicular á las hojas.

dislocaciones que estas capas. En las tobas volcánicas de la misma edad, se encuentran, no solo fragmentos de caliza, de esquistos arcillosos, de esquisto silíceo y de gres, sino tambien fragmentos de hulla.

La otra clase mas antigua de trapps carboníferos, se extiende á lo largo de la orilla meridional de Stratheden, y forma una cresta paralela á los Ochils, yendo de Stirling hasta las cercanías de Saint-Andrews. Estas rocas estan formadas casi exclusivamente de greenstone, y se vuelven en algunos casos terrosas y amigdaloideas. Estan regularmente estratificadas con el gres, el esquisto y el mineral de hierro de las capas hullíferas mas inferiores, y en el Loniond oriental, con la Caliza de Montaña.

Lyell asegura haber visitado estas rocas en 1838, en las quebradas Sur de Saint-Andrews; son en gran parte tobas estratificadas, encorvadas y retorcidas como las capas de hulla inmediatas. Dicho geólogo ha descubierto en la toba fragmentos de esquisto y de caliza carbonífera, asi como venas de greenstone que atraviesan el todo. En un punto situado á unos 3 quilómetros de Saint-Andrews, la ola marina, batiendo la base de los peñascos, ha puesto en descubierto varias masas de trapp, una de las cuales (fig. 553), ha recibido los nombres de *Rock and Spindle* (Rueca y Huso); es una especie de pico que se puede efectivamente comparar á una roca, y hácia su base, existe una protuberancia de greenstone columnario, cuyos pilares parten de un centro y se parecen á cierta distancia á los rayos de una rueda. Los mas largos entre estos pilares, tienen próximamente 1m50, y se ven distintamente sus extremidades poligonales alrededor de la circunferencia del círculo de rotacion como lo manifiesta la figura. Esta masa parece la extremidad de un núcleo ó vena de greenstone que ha penetrado la toba. Los prismas apuntan en todas direcciones, porque la superficie entera estuvo en otro tiempo sometida á un enfriamiento simultáneo, y los poliedros, en estos casos, se disponen siempre perpendicularmente á las superficies, como hemos hecho ver anteriormente.



Columnas de greenstone vistas por su extremidad.

El doctor Fleming ha observado en la parroquia de Fliks, region Norte del condado de Fife, un dique de trapp que corta los gres y esquistos grises que constituyen la parte mas inferior del Antiguo Gres Rojo. Se puede seguir en una longitud de algunos quilómetros este dique, atravesando el trapp amigdaloideo y otros trapps de la colina llamada Norman's Law. El profesor Rose ha referido á la dolerita ejemplares de este dique; consisten en augita de color negro verdoso y felspato labrador, este último mineral mas abundante que el otro. Se encuentra igualmente una corta cantidad de hierro magnético, quizá titanífero. El resultado de este análisis es interesante, porque las lavas antiguas y modernas del Etna, se hallan todas igualmente compuestas de augita, de labradorita y de hierro titanífero.

Trapp del periodo del Antiguo Gres Rojo. Estas rocas trapeanas consisten principalmente en pórfido feldspático y en amigdaloide, cuyos núcleos son algunas veces calizos, muchas calcedónicos, y dan tambien magníficas ágatas. Se encuentra igualmente en ellas claystone (argilolita), fonolita, greenstone, feldspato compacto y toba. Algunas de entre ellas han corrido á la manera de las lavas sobre el fondo del mar, y han envuelto piedras de cuarzo que han encontrado á su paso, dando origen á conglomeratos de pasta de greenstone, de que se ve un ejemplo en Lumley Den, en las colinas de Sidlaw. A cada lado del eje de esta cordillera de colinas, los lechos de trapp macizo y las tobas compuestas de arena y de cenizas volcánicas se inclinan con regularidad al Sudeste ó al Noroeste, como los esquistos y los gres.

Periodo Siluriano. De las investigaciones hechas por Murchison en el Shropshire, resulta que durante el período del depósito de las capas del Siluriano Inferior, debieron verificarse frecuentes erupciones volcánicas en el fondo del mar; las cenizas y escorias arrojadas darian orígen á una especie particular de gres ó grit tobáceo, diferente de las otras rocas de la serie siluriana ó existente solo en los puntos donde han salido las rocas sieníticas y otras masas trapeanas. Estas tobas se encuentran en las laderas del Wrekin y del Caer Caradoc, y contienen fósiles Silurianos tales como moldes de enerinos, trilobitos y moluscos. Aunque fosilíferos, se parecen á una argilolita (*claystone*) arenosa de la familia de los Trapps.

En ciertos puntos de los condados de Shrop y de Montgomery, se ven fajas de trapps de algunos centímetros de espesor que alternan con capas sedimentarias del sistema Siluriano inferíor. El trapp consiste en pórfido esquistoideo y feldspato cristalino, cuyos lechos estan atravesados de hendiduras semejantes á las que presentan tambien los gres calizo y esquisto inmediatos y bajan en el mismo ángulo y con direccion.

En el Radnoshire, se observan doce fajas de trapp estratificado, alternando con esquistos y pizarras, en un espesor de 116 metros. Los lechos de trapp consisten en pórfido feldspático, fonolita y otras variedades; los Llandeilo flags se componen de gres y esquisto con trilobitos y graptolitos.

Rocas volcánicas cambrianas. En uno de los capítulos anteriores, hemos visto que debajo de los lechos de Llandeilo y de Bala, pertenecientes al Siluriano Inferior, se encuentra en la Gales del Norte, una serie de rocas de gran espesor, á la cual se puede dar el nombre de Cambriana. La subdivision superior, que el profesor Sedgswick ha denominado el *Festiniog Group*, comprende primero: los Arenig Slates, de 2,135 metros de potencia, de la Gales del Norte; en medio de estos lechos, se hallan enormes masas de pórfido, de trapp-conglomerato y otras rocas ígneas, que el profesor Sedgwick supone haber sido engendradas en la misma época; despues los Lingula Flags, mas inferiores y cuyos fósiles hemos enumerado en el capítulo X; en tercer lugar, á un nivel todavía mas inferior, el grupo de Bangor ó Cambriano Inferior, donde se encuentran fajas de pórfido feldspático. Estas últimas segun la opinion del profesor Ramsay, serian rocas de intrusion, y no pertenecerian á la misma edad que los depósitos sedimentarios con que están asociadas.

El profesor Sedgwick ha descrito tambien, en su *Resúmen de la Geologia de Cumberland*, diferentes rocas trapeanas que acompañan á esquistos verdes, parecidos en su carácter mineral y aspecto, á los Arenig Slates, y que yacen debajo de todas las capas fosilíferas del Cumberland; estas rocas trapeanas son de naturaleza feldspática y porfídica; tambien son greenstones, y se presentan no solo en diques, sino tambien en lechos concordantes. A veces se observa un paso de las rocas ígneas á los esquistos verdes cuarzosos. Se supone que estas masas porfídicas han sido producidas al mismo tiempo que los esquistos cloríticos, por erupciones sub-marinas muchas veces repetidas; los elementos de que se componen los es-

quistos, procederian en tal caso, por lo menos en parte del mismo orígen.

CAPITULO XXXIII.

ROCAS PLUTÓNICAS.—GRANITO.

Despues de las rocas volcánicas, se puede tratar de las rocas Plutónicas, porque estas dos clases tienen entre sí las mas estrechas relaciones. Hemos hablado de las últimas como rocas que constituyen la porcion no estratificada de las formaciones cristalinas ó hipógenas, y hemos dicho que se diferenciaban de las rocas volcánicas, no solo por su estructura mas cristalina, sino tambien por la ausencia de tobas y brechas, que son el resultado de erupciones producidas á cielo abierto ó bajo el mar á profundidades poco considerables. Tambien difieren por la ausencia de tobas y brechas que son el resultado de erupciones producidas á cielo abierto ó bajo el mar á profundidades poco considerables. Tambien difieren por la ausencia de estos poros ó cavidades celulares á que la expansion de los gases, antes aprisionados, ha dado lugar en el seno de las lavas ordinarias. De estas particularidades y otras aun, se puede deducir que los granitos se han formado á grandes profundidades de la tierra, que se han enfriado y cristalizado lentamente bajo una presion poderosa que no ha permitido á los gases desprenderse. Las rocas volcánicas por el contrario aunque generalmente han venido de abajo, han sufrido un enfriamiento mucho mas rápido, y siempre en la superficie ó cerca de la superficie del suelo. Asi pues con arreglo á la hipótesis de que los granitos fueron engendrados á una gran profundidad, se les ha dado el nombre de *rocas Plutónicas*. El geólogo principiante comprenderá con facilidad que la influencia del calor debe continuar y extenderse partiendo del foco de todo cráter en actividad hasta una distancia que puede llegar á algunos quilómetros; fácil le será tambien calcular hasta qué punto deberán ser diferentes los efectos que, bajo esta influencia se produzcan en las entrañas de la tierra; podrá sin trabajo tomar una idea de la manera cómo las rocas volcánicas y plutónicas, aunque desemejantes por su estructura y aun á veces por su composicion, se formaran sin embargo simultáneamente, unas en la superficie y otras á grandes profundidades.

Granito. Ciertos autores han comprendido todas las masas de que aquí se trata bajo una denominacion única, la de *Granito*, la cual abraza desde luego una numerosa familia de rocas cristalinas y compuestas, que ordinariamente yacen debajo de todas las demás formaciones; por la razon contraria, hemos visto al trapp cubrir con mucha frecuencia capas de diferentes edades. El granito conserva frecuentemente un carácter muy uniforme en una gran extension de país, constituyendo elevaciones de forma redondeada, particular, ordinariamente cubiertas de una escasa vegetacion. La superficie se halla generalmente en estado de descomposicion y de ruina; las colinas estan coronadas de montones de piedras semejantes á fragmentos de una masa estratificada como se ve en la figura 554, y algunas veces análogas á masas de peñascos de transporte, con los cuales se les ha confundido en ciertos casos. Estas piedras, angulosas primero, adquieren insensiblemente una forma redondeada, por la accion del aire y del tiempo, porque sus bordes y sus ángulos se embotan mas rápidamente que el centro de las caras. Ya hemos descrito una estructura esférica semejante como característica del basalto y de otras formaciones volcánicas; preciso es atribuirla á causas análogas hasta el presente poco conocidas todavía.

Aunque sea una de las particularidades del granito el no tener forma alguna determinada, esta roca sin embargo, se encuentra algunas veces atravesada de hendiduras, de modo que afecta una estructura cuboidea y aun calumnaria; ejemplos de este fenómeno se observan cerca de Land's End, en el Cornwall (figura 555).

Las formaciones plutónicas tienen tambien de comun con las formaciones volcánicas, el que se observan en ellas venas ó ramificaciones que parten de la masa central y las recorren en diferentes direcciones, asi como á las rocas que las acompañan y producen en estas últimas, alteraciones que vamos á describir. Tambien ofrecen analogía con los trapps por la ausencia de restos orgánicos; pero se diferencian de ellos por su mayor uniformidad de testura; masas enteras de rocas plutónicas de una extension indefinida, parecen haber sido producidas en las condiciones mas uniformes. Tambien se separan de ellos, en que nunca son escoriáceas ni amigdalarias, y no forman pórfidos de pasta no cristalina, ó no alternan en parte alguna con las tobas. En fin, nunca forman conglomeratos, aunque presenten algunas veces un paso del estado de granito de granos gruesos y de granos menudos y otras veces contienen masas pequeñas de testura fina empastadas en una materia mas grosera.

Se considera habitualmente al feldspato, cuarzo y mica, como minerales esenciales del granito; el feldspato es el mas abundante de los tres, y la proporcion de cuarzo excede á la de mica. Estos minerales estan reunidos por lo que se llama una cristalizacion confusa: es decir que los cristales no presentan al través de la roca, disposiciones regulares como en el gneis. Sin embargo la variedad llamada *granito gráfico*, que se encuentra de ordinario en venas en el granito comun, ofrece cierta regularidad. El granito gráfico es un compuesto de feldspato y de cuarzo, de estructura imperfectamente laminar. Los cristales de feldspato parecen haber sido los primeros que se formaron, dejando entre sí espacios ocupados hoy por un cuarzo de color oscuro. Este último cuando se divide el ejemplar perpendicularmente á las placas alternantes de los dos minerales, presenta líneas quebradas que se han comparado á caracteres hebráicos. La variedad de granito á que dan los franceses el nombre de *Pegmatita*, y que es una mezcla de cuarzo y de feldspato comun, habitualmente con láminas de mica de color blanco de plata, pasa frecuentemente de granito gráfico.

En regla general, el cuarzo en estado compacto ó amorfo constituye una masa vítrea que sirve de pasta en que han cristalizado el feldspato y la mica; porque aunque estos minerales sean mucho mas fusibles que la sílice, han impreso frecuentemente su forma sobre el cuarzo. Este hecho que á primera vista parece una paradoja, ha dado lugar á diversas explicaciones ingeniosas. Se hubiera podido naturalmente suponer, que durante el enfriamiento de la masa la porcion silícea hubiera sido la primera en solidificarse, y que las diferentes variedades de feldspato, lo mismo que los granates y turmalinas, mas fácilmente fusibles, hubieran sido las últimas en sufrir esta transformacion. Ha sucedido precisamente lo inverso; cristales de minerales mas fusibles se han encontrado envueltos en un cuarzo hoy dia duro, transparente y vítreo, que con mucha frecuencia ha tomado la impresion mas delicada de su forma exterior, y ha reproducido por ejemplo, hasta las estrías mas finas de la superficie de las turmalinas. Diferentes interpretaciones de este fenómeno han sído sucesivamente propuestas por Elias de Beaumont, Fournet y Durocher. Estos sabios se han referido primero á los experimentos de Gaudin sobre la fusion del cuarzo, experimentos que demuestran que la sílice al enfriarse, posee la propiedad de permanecer viscosa, mientras que la albúmina nunca se halla en

este caso. Se admite que la *sílice gelatinosa* conserve, en un grado notable, su estado de plasticidad mucho tiempo despues que la temperatura de la mezcla granítica haya bajado; Elias de Beaumont, por su parte, piensa que la accion eléctrica ha entrado por algo en la conservacion de la viscosidad de la sílice. A veces sin embargo, se encuentra el cuarzo y el feldspato comunicándose mutuamente sus formas, lo cual prueba una cristalizacion simultánea de los dos minerales.

El granito ordinario, lo mismo que la sienita y la eurita, contienen habitualmente dos clases de feldspato: 1.° El feldspato comun, ú ortosa, en que la potasa es el álcali dominante; esta especie mineral se encuentra generalmente en la roca, en cristales grandes de color blanco ó rojo de carne; 2.° De un feldspato en cristales pequeños, en el cual predomina la sosa; es ordinariamente de color blanco sucio ó manchado; está estriado como la albita, pero su composicion es diferente.

Granito porfiroideo. Se ha dado frecuentemente este nombre á la variedad de granito, en que se encuentran grandes cristales de feldspato comun, que á veces tienen 0 m 075 de longitud, diseminados al través de una pasta ordinaria de granito. La figura 558 nos presenta un ejemplo de esta testura tal como la ha presentado un granito de Lans's End en Cornwall. Los dos mayores cristales prismáticos del ejemplar son feldspato; se observan cristales mas pequeños esparcidos en la pasta. Al través de esta, esparcen tambien pajillas negras de mica, cuyo contorno es un exágono mas ó menos exacto. El resto de la masa se compone de cuarzo de una traslucidez que contrasta fuertemente con la opacidad del feldspato blanco y de la mica negra. Pero el grabado no ha podido trasladar la transparencia del cuarzo ni el brillo argentino de la mica.

El carácter mineral uniforme de grandes masas de granito, parece indicar que enormes cantidades de elementos componentes, fueron mezclados íntimamente, y cristalizaron despues en condiciones exactamente semejantes. Sin embargo, el granito puede encerrar varios minerales distintos á los anteriores, pero puramente accidentales. Se citan particularmente, la turmalina ó chorlo negro, la actinolita, el circon, el granate y el espato fluor; pero estos minerales son demasiado raros en la roca para modificar su aspecto general. Su presencia demuestra sin embargo que los ingredientes no siempre fueron los mismos, y mayores variaciones aun se hacen notar entre las proporciones relativas del feldspato, del cuarzo y de la mica.

Sienita. Cuando la hornblenda reemplaza á la mica, lo cual sucede frecuentemente, la roca se convierte en una Sienita, llamada asi de las antiguas canteras muy célebres de que se extraia en los alrededores de Siena en Egipto. A menos que se la examine de cerca, la sienita conserva toda la apariencia de un granito ordinario; ademas, pertenece incontestablemente como miembro geológico, á la misma familia de rocas plutónicas que el granito. Sin embargo, despues de haber conservado un carácter esencialmente granítico en vastas extensiones, acaba muchas veces por perder su cuarzo, y pasa entonces insensiblemente á un greenstone sienítico, roca de la familia de los trapps; Werner ha considerado á la sienita como un compuesto binario de feldspato y de hornblenda, y ha considerado al cuarzo como simple mineral accidental en esta roca.

Granito sienítico. Se ha designado bajo este nombre un compuesto cuádruple de cuarzo, feldspato, mica y hornblenda. Esta roca se encuentra en Escocia y en la isla de Guernesey.

Granito talcoso (ó Protogina de los Franceses). Es una mezcla de feldspato, cuarzo y talco. Abunda en los Alpes y en algunas partes del Cornwall, donde produce por su descomposicion, el kaolin (*China clay*), de que se exportan anualmente 12,000 toneladas para la fabricacion de las vajillas.

Schorl rock (roca de Turmalina), y *Granito turmalinífero*. La primera de estas rocas es un agregado de chorlo ó turmalina y de cuarzo. Cuando el feldspato y la mica se le añaden, pasa al granito turmalinífero. Esta última variedad es comparativamente rara.

Eurita. Es una roca en que los elementos del granito se hallan diseminados en el seno de una pasta de grano muy fino. Cuando esta roca es muy cristalina, se observan entre la masa, cristales de cuarzo, mica, feldspato comun y feldspato de sosa. A veces falta la mica, y el feldspato comun domina de manera que produce un color blanco; entonces la Eurita se convierte en un granito feldspático, *Weisstein* de Werner, *Whitestone* de los Ingleses, *Leptinita* de los Franceses; se distinguen frecuentemente en el conjunto cristales microscópicos de granate.

Todas estas variedades de granito pasan á ciertas especies de trapp, circunstancia que ofrece uno de los argumentos sobre que reposa la hipótesis hoy admitida del origen ígneo de los granitos. El contraste entre la forma cristalina de estas rocas y la del trapp mas ordinario ó terroso es indudablemente muy marcado; pero cada miembro de la clase de los productos volcánicos puede convertirse en un pórfido, como tambien la pasta del pórfido es frecuentemente cristalina hasta el punto de pasar á una especie de granito, con el cual por lo demás, manifiesta mucha analogía por su composicion mineral.

Los minerales que constituyen á un mismo tiempo las rocas graníticas y volcánicas, se hallan compuestos casi exclusivamente de siete elementos: sílice, alúmina, magnesia, cal, sosa, potasa y hierro; estos elementos pueden encontrarse los mismos, en proporciones idénticas, en un lava porosa, un trapp compacto ó bien un granito cristalino. Quizá se descubrirá por medio de un exámen mas detenido (porque falta todavía mucho que aprender en este asunto) que la reunion de tales elementos en ciertas proporciones favorece mas que tal otra una estructura cristalina ó enteramente granítica; la experiencia prueba por otra parte que materiales semejantes tienen la propiedad de formar, segun las circunstancias, rocas muy diferentes. La misma lava es ya vítrea, ya escoriácea; aquí compacta, allá porfídica, etc., segun la rapidez del enfriamiento; y ciertos traquitos ó greenstones sieníticos hubieran sin duda alguna producido granitos y sienitas, si hubieran cristalizado lentamente.

Se ha supuesto tambien que la naturaleza particular y la estructura del granito se explicaban por una circunstancia especial: la roca habria retenido el agua que se ve salir de las lavas que se enfrian lentamente y se solidifican al aire. Los experimentos de Boutigny han demostrado que el agua contenida en una materia fundida, á la temperatura del rojo blanco, no puede evaporarse antes del descenso de esta temperatura.

Semejantes descubrimientos sino explican la manera cómo se han formado los granitos, sirven por lo menos para recordarnos la diferencia completa de las condiciones que han presidido á la produccion de las rocas plutónicas y volcánicas.

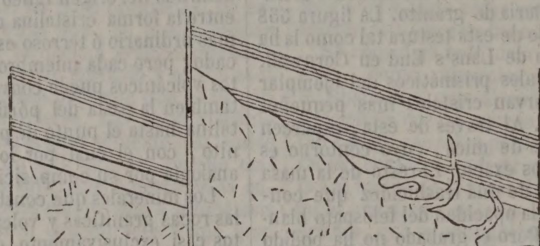
Fácil seria añadir aquí otros muchos ejemplos y multiplicar los nombres de las autoridades científicas para probar el paso del granito á las rocas trapeanas. En la costa occidental del Fiord de Cristiania, en Noruega, existe una gran extension de trapp que consiste principalmente en Greenstone Pórfido y Greenstone Sienítico que reposan sobre Capas Fosilíferas. A estas rocas, hácia el límite meridional, sucede un espacio igualmente muy extenso de sienita;

el paso de la roca volcánica á la masa plutónica es tan gradual, que es imposible trazar una línea de demarcacion entre las dos.

«El granito ordinario del condado de Aberdeen, dice el doctor Mac-Culloch, es el compuesto ternario habitual de cuarzo, feldspato y mica; pero á veces la hornblenda reemplaza á este último mineral. En ciertos puntos se presenta una variedad formada solamente de feldspato y hornblenda; un exámen mas detenido de esta mezcla de los dos elementos permite observar en algunos puntos una estructura de granos finos, y la roca termina por no distinguirse de los verdaderos greenstones de la familia de los trapps. La misma roca pasa tambien de una manera no menos gradual á un basalto, y acaba en una argilolita friable que presenta tendencia á dividirse en hojas en su superficie expuesta al aire. Todos estos caracteres no se diferencian de los que hemos observado en las islas de Trapp de la costa occidental.» El mismo autor hace mencion de un granito compuesto de hornblenda, mica, feldspato y cuarzo, que en las islas de Shetland, pasa tambien por una transicion insensible al basalto.

Se conocen en Hungría variedades de traquito de orígen geológicamente moderno; cristales no solo de mica sino tambien de cuarzo son comunes en ellas, así como el feldspato y la hornblenda. Fácil es concebir cómo tales masas volcánicas pueden á cierta distancia de la superficie pasar á granito.

Ya hemos procurado demostrar la estrecha analogía que existe entre las formas de ciertas venas graníticas y las de algunas fajas trapeanas; las capas atravesadas por las rocas plutónicas han sufrido cambios muy semejantes á los que presentan en la union los diques volcánicos. En Glen Tilt (Escocia) se ven ejemplos en que capas alternadas de caliza y de esquisto arcilloso se hallan en contacto con una masa de granito. El contacto no se presenta como debiera ser si el granito hubiera salido antes del depósito de las capas; pero la union se ha hecho como se ve en el segundo cuerpo de la presente figura: la línea ondulada de granito toca á diferentes capas, y algunas veces penetra en forma de venas tortuosas al través de lechos de esquisto arcilloso y de caliza de que difiere completamente por su composicion. La caliza ha cambiado á veces de carácter en la inmediacion de la masa granítica ó de sus venas; ha adquirido una estructura mas compacta, semejante á la del Chert ó del Hornstone y al mismo tiempo una fractura astillosa; no hace efervescencia con los ácidos sino muy débilmente.



Union del granito al esquisto arcilloso, en el Glen Tilt.

El diagrama siguiente representa otro punto de union que se observa en el mismo distrito: el granito envia aquí ramificaciones tan numerosas, que la caliza y el esquisto se hallan como reticuladas; las venas disminuyen en su terminacion hasta el punto de quedarse tan delgadas como una hoja de papel. En algunos puntos se creen observar fragmentos de granito diseminados en la caliza y no se distinguen en alguna entre estos fragmentos y otras masas mas considerables de la misma roca; en otros casos por el contrario se ven pedazos de caliza enclavados en me-



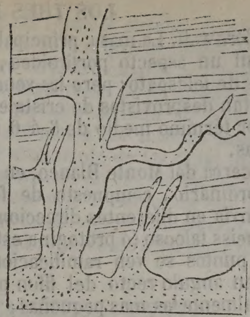
Union del granito á la caliza, en el Glen Tilt. *a*. Granito.—*b*. Caliza.—*c*. Esquito arcilloso azul.

dio del granito. El color ordinario de la caliza de Glen Tilt es azul aplomado; su testura es de granos gruesos y muy cristalina; pero á medida que se aproxima al granito, particularmente en los puntos en que está penetrada de venas cada vez mas pequeñas, la testura cristalina desaparece para dar lugar á otra que es exactamente la del Hornstone (*petrosilex*). El esquisto arcilloso que le está asociado pasa frecuentemente á un esquisto anfibólico al llegar muy cerca del granito.

En este ejemplo y otros varios, la conversion de la caliza en roca silícea, que no hace mas que una débil efervescencia con los ácidos, seria difícil de explicar, sino se tuviera la certidumbre de que á causa de las partículas de cuarzo, mica ó feldspato que contienen, estas calizas son siempre impuras. Es probable que los elementos de estos minerales cuando la roca ha sido sometida á un fuerte calor, se hayan fundido y esparcido por consiguiente con mas uniformidad al través de las masas.

En las rocas plutónicas, como en el seno de los productos volcánicos, la materia inyectada presenta toda especie de formas, desde la vena tortuosa hasta el dique mas regular y mas análogo á los que cortan las tobas y lavas del Vesuvio y del Etna. Se pueden ver entre otros ejemplos diques de granito en la ladera meridional del monte Battock, uno de los Grampianos; las paredes opuestas de estas fajas inyectadas conservan á veces un paralelismo exacto en una longitud considerable.

En general sin embargo, las venas de granito se presentan en todos los puntos del globo mas sinuosas que las de trapp. Este es el género de forma que presentan en la punta mas septentrional de Escocia, lo mismo que en la extremidad mas meridional de Africa como se ve en los dibujos adjuntos.



Venas de granito que atraviesan el esquisto arcilloso.

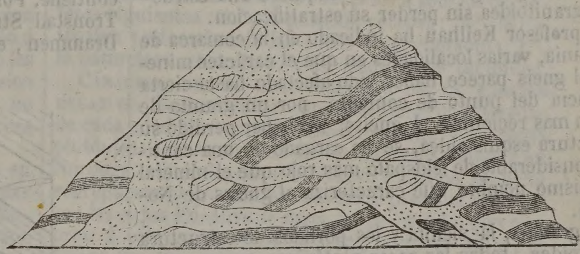
No es raro observar dos sistemas de venas graníticas cortándose el uno al otro; algunas veces se distinguen hasta tres perfectamente distintos, por ejemplo, en las cercanías de Heidelberg á orillas del Necker. En esta comarca, la roca presenta tres variedades que difieren entre sí por el color, el grano y diferentes particularidades de composicion mineral. Uno de los grupos, indudablemente el segundo en edad, cruza un granito mas antiguo; un tercero mas moderno pasa al través de los dos anteriores.

En la isla Shetland se observan dos clases de granito, uno compuesto de hornblenda, mica, feldspato y cuarzo de color oscuro é inferior al gneiss; el otro rojo y que penetra al anterior, forma ramas en todas direcciones.

Las figuras siguientes manifiestan la manera cómo se ramifican las venas de granito cortándose unas á otras. Representan igualmente la manera cómo en el



Venas de granito que penetran en el gneis en el Cabo Wrath.

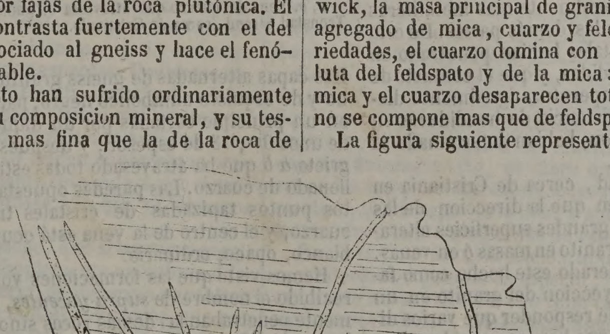


Venas de granito que cortan el gneis, en el Cabo Wrath en Escocia.

cabo Wrath, en el condado de Sutherland, el gneiss se halla atravesado por fajas de la roca plutónica. El color de estas fajas contrasta fuertemente con el del esquisto anfibólico asociado al gneiss y hace el fenómeno mucho mas notable.

Las venas de granito han sufrido ordinariamente cierta alteracion en su composicion mineral, y su testura es generalmente mas fina que la de la roca de que emanan. Asi, como lo observa el profesor Sedgwick, la masa principal de granito en Cornwall es un agregado de mica, cuarzo y feldspato. En otras variedades, el cuarzo domina con exclusion casi absoluta del feldspato y de la mica: en otros puntos la mica y el cuarzo desaparecen totalmente, y la vena no se compone mas que de feldspato granoso.

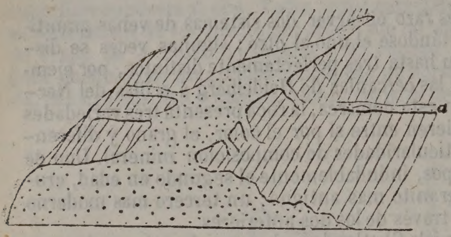
La figura siguiente representa un grupo de venas



Venas de granito que pasan al través del esquisto anfibólico, en Corwall.

graníticas en el Cornwall. La masa principal de granito presenta aquí un aspecto porfiroideo, y tiene grandes cristales de feldspato; pero las venas tienen granos finos y estan desprovistas de cristales de este género. Miden por término medio de 5 á 6 metros y algunas veces mas.

En Valorsine, cerca del Monte Blanco, en la Saboya, un granito ordinario, compuesto de feldspato, cuarzo y mica, envia en diferentes direcciones venas al través de un gneiss talcoso (ó protogina estratificada); en algunos puntos se ven ramificaciones laterales que parten en ángulo recto del filon principal; las venas, especialmente las mas pequeñas, se componen de elementos mas ténues que la masa del granito.



Venas de granito en el gneis talcoso.

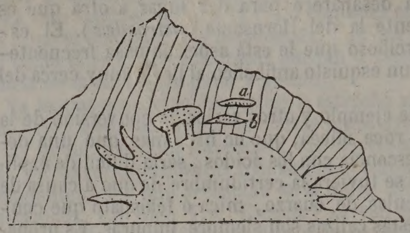
Debe observarse que aquí el esquisto y el granito á medida que se aproximan uno á otro, parecen comunicarse una influencia recíproca, porque ambos sufren cambios en su composicion mineral. El granito sin estar estratificado, contiene ya algunas partículas verdes, y el gneiss talcoso adquiere una estructura granitoidea sin perder su estratificacion.

El profesor Keilhau ha indicado en la comarca de Cristiania, varias localidades en que el carácter mineral del gneis parece haber sido afectado hasta cierta distancia del punto de contacto, por un granito de orígen mas reciente; el gneiss, sin haber perdido su estructura esquistoidea, se ha cargado de una cantidad considerable de feldspato mas rojo que el mineral del mismo nombre que caracteriza al gneiss de Noruega.

El granito, la sienita y los pórfidos de estructura granitoidea, todas las rocas plutónicas, en una palabra, contienen frecuentemente metales en su punto de union con las formaciones estratificadas ó cerca de este punto. Por otra parte las venas que recorren las rocas estratificadas son generalmente mas metalíferas en el contacto que en todas las demás partes. De esto se ha deducido que los metales habian penetrado en forma gaseosa las masas fundidas, y que el contacto de una roca diferente á una temperatura igualmente distinta ó algunas veces la existencia de hendiduras en otras rocas de la inmediacion, habian determinado la sublimacion de los metales.

Se observan en Markerud, cerca de Cristiania en Noruega, diferentes casos en que la direccion de las capas no ha sido ni aun en grandes superficies alterada por la introduccion del granito en masas ó en venas. Ciertos geólogos han considerado este hecho como favorable á la teoría de la inyeccion del granito en un estado líquido. Pero se puede responder que varios diques ramificados de trapp, que hoy se considera que han estado líquidos en otro tiempo, atraviesan las mismas capas fosilíferas cerca de Cristiania, sin alterar su direccion ni su inclinacion.

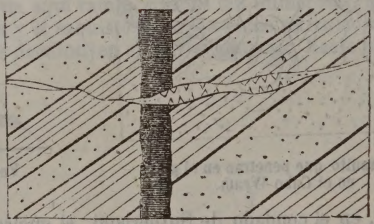
Algunos autores han creido que el aislamiento real ó aparente de masas grandes ó pequeñas de granito, desprendidas del cuerpo principal como se ve en *a b* en la presente figura y en algunas de las anteriores, es incompatible con la doctrina que vamos desenvolviendo acerca de las venas. Responderemos que varias de estas masas enclavadas, no son en realidad mas que



Vista general de la union del granito y del esquisto cristalino en Valorsina.

secciones transversales de prolongaciones radiculares del granito; sin embargo, puede suceder que otras de estas masas sean verdaderamente porciones desprendidas de rocas de estructura plutónica, ó bien formen una especie de manchas en medio de las capas invadidas en los puntos en que existieron concentraciones de materias mas fusibles que el resto de la pasta y de mayor aptitud para combinarse bajo la forma de granito.

El granito lo mismo que diferentes rocas estratificadas, se presenta muchas veces atravesado de venas de cuarzo puro, pero no se podrian seguir estas venas como las de granito ó de trapp hasta las masas de que dependen. En otro tiempo fueron simplemente hendiduras que se llenaron de la materia silícea. La infiltracion, en algunos casos, se ha operado evidentemente despues de la consolidacion de la roca que las contiene. Por ejemplo, se ha observado en el gneiss de Tronstad Strand, á lo largo de la playa, cerca de Drammen, en Noruega, el corte representado aquí.

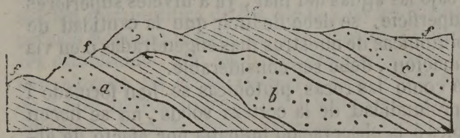


a, b. Vena de cuarzo que atraviesa el gneis y el greenstones; Tronstad Strand, cerca de Cristiania.

Las capas alternadas de gneiss granitoide blanquecino y de esquisto anfibólico negro, parecen haber sido en un principio cortadas por un dique de greenstone de unos 0m, 75 de espesor; y despues se ha abierto la grieta *a b* que ha atravesado todas estas rocas y se ha llenado de cuarzo. Las paredes opuestas estan en ciertos puntos tapizadas de cristales transparentes de cuarzo, y el centro de la vena está ocupado por cuarzo blanco, opaco, ordinario.

Hemos visto que las formaciones volcánicas habian recibido el nombre de *supra-yacentes*, porque no solamente penetraban las demás rocas sino que aun se sobreponian. Necker ha propuesto para los granitos, la expresion de rocas ígneas *sub yacentes*; este último epiteto caracteriza bien la diferencia que ha querido indicar. Algunos de los primeros observadores, en verdad, han supuesto que el granito de Cristiania, en Noruega, se habia introducido en las masas montañosas de aquel país, entre las capas primarias ó paleozoicas, de manera que ha llegado á cubrir los esquistos y calizas fosilíferas, pero aunque el granito envie ra-

mificaciones en las rocas de fósiles, y que les sea decididamente posterior en edad, el profesor Keilhau ha negado en el caso actual su superposicion en masa, y Lyell ha tenido ocasion de estudiar en 1837 esta cuestion tan debatida. Se observan en realidad en una pequeña escala en esta localidad, lechos de pórfido eurítico, de los cuales algunos miden varios decímetros, otros algunos metros de espesor, y penetran en el granito; merecen ser clasificados mas bien como rocas plutónicas que como masas trapeanas; se puede aun realmente admitirlos como interpuestos en estratificacion concordante en las capas fosilíferas; tales son los pórfidos *a c*, los cuales separan los esquistos



Pórfido eurítico alternado con capas fosilíferas primarias, cerca de Cristiania.

bituminosos y calizas arcillosas *f f*. Pero algunos de estos pórfidos son en parte discordantes como en *b*; hacen suponer que otros todavía, á pesar de su apariencia de inter-estratificacion, han sido necesariamente inyectados. Ciertas rocas porfídicas, que hemos mencionado anteriormente, son muy cuarzosas, y otras muy feldspáticas. A medida que la masa aumenta de volúmen, adquiere una testura mas granítica, una estratificacion menos concordante, y empieza á enviar prolongaciones al través de las capas contiguas. En una palabra, es un magnífico ejemplo de la degradacion que existe entre las rocas volcánicas y las masas plutónicas, no solo en cuanto á su composicion mineral y á su estructura, sino tambien en cuanto á sus relaciones de posicion con las formaciones que les estan asociadas. Si se puede emplear aquí la expresion de supra-yacentes, para designar rocas plutónicas, no es sino en tanto que la roca empieza á adquirir un carácter trapeano.

Ya hemos hecho comprender cómo el calor que en todo volcan activo parte de profundidades indefinidas puede producir simultáneamente efectos muy diferentes cerca de la superficie del suelo ó á grandes distancias verticales de esta superficie. Ahora bien, no podria admitirse que rocas que resultan de la cristalizacion de materias fundidas bajo la presion de algunos miles de metros, deban parecerse á las formadas al aire ó no lejos de la película exterior. Asi se explica la produccion á niveles profundos de una clase de rocas análogas á las masas volcánicas; y sin embargo diferentes de estas bajo varios aspectos. Podiamos suponer el hecho aun antes de nuestra descripcion de las formaciones plutónicas. Ahora ¿hasta qué punto concuerdan estas rocas, por sus caracteres positivos y negativos, con la teoría de su orígen subterráneo profundo? El geólogo principiante responderá por sí mismo á esta pregunta refiriéndose á lo que ya llevamos expuesto.

Se ha objetado, sin embargo, que si las rocas graníticas y volcánicas fueren simplemente miembros diferentes de una sola gran serie, se deberian encontrar en las cadenas montañosas diques volcánicos que por la parte superior pasaran á la lava, y por la inferior al granito. Responderemos que siendo habitualmente nuestros cortes verticales muy limitados, si se llega á reconocer en ciertos puntos un paso del trapp á la lava porosa, y en otros una transicion del granito al trapp, es mas de lo que se podia esperar en semejantes circunstancias.

La extension prodigiosa de desnudacion producida durante las épocas remotas enseña al geólogo que las antiguas rocas cristalinas que ocuparon un nivel muy bajo en la costra terrestre cuando se formaron, fueron posteriormente despojadas de su envoltura y puestas á descubierto. Se debe atribuir su elevacion actual sobre el nivel del mar á las mismas causas que han determinado el alzamiento de las capas marinas hasta los puntos culminantes de ciertas cordilleras de montañas. Pero volveremos á hablar de este asunto y de otros semejantes en el capítulo inmediato, donde explicaremos la edad relativa de diferentes masas graníticas.

CAPITULO XXXIV.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS PLUTÓNICAS.

Cuando se adopta la teoría ígnea del granito tal como la hemos explicado en el capítulo anterior, y se consideran las diferentes rocas plutónicas como engendradas en épocas sucesivas bajo la superficie del planeta, debe esperarse encontrar mayores dificultades en la determinacion de la edad precisa de estas rocas que en la de las formaciones volcánicas y fosilíferas. Recordemos que para establecer la edad de las masas volcánicas de un mismo período tenemos varios medios á nuestra disposicion: la naturaleza de la lava que se ha esparcido en otro tiempo sobre el fondo del mar ó se ha producido á cielo abierto, las tobas y conglomeratos depositados igualmente sobre superficies descubiertas, los restos orgánicos que contienen las masas anteriores, y finalmente su intercalacion en las capas fosilíferas. Pero todos estos datos faltan cuando se quiere fijar la cronología de una roca que ha cristalizado en su baño de fusion en el centro de la tierra. Entonces nos encontramos reducidos á solo los caracteres siguientes: 1.°, la posicion relativa; 2.°, la intrusion y alteracion de las rocas en el contacto; 3.°, la naturaleza mineral; 4.°, los fragmentos incluidos.

Carácter de la edad deducido de la posicion relativa. Se encuentran capas fosilíferas no alteradas de cada edad que reposan inmediatamente sobre rocas plutónicas; de esto existe un ejemplo en Cristiania en Noruega: allí el depósito del Nuevo Plióceno se halla sobrepuesto al granito. La Auvernia presenta otro caso: las capas Eócenas de agua dulce, son las que cubren á esta roca; en Heidelberg sobre el Rhin, el Nuevo Gres Rojo es el que se observa en una posicion semejante. En todos estos casos y otros análogos, la inferioridad de posicion se une á la mayor antigüedad del granito. La roca cristalina era sólida cuando vinieron á depositarse en ella las capas sedimentarias, y estas últimas contienen comunmente cantos redondeados de la masa granítica sub-yacente.

Carácter ofrecido por la intrusion y la alteracion. Pero cuando las rocas plutónicas envian ramificaciones á las capas y las alteran cerca del punto de contacto, dando lugar á los fenómenos que hemos descrito anteriormente, es claro que semejantes en esto á los trapps de intrusion, estas rocas son mas recientes que las capas invadidas y alteradas. Mas adelante volveremos á ocuparnos de este asunto.

Carácter de la composicion mineral. A pesar de su uniformidad general de aspecto, las rocas plutónicas, como hemos visto en el último capítulo presentan algunas variedades, tales como Sienita, Granito talcoso y otras. Una de estas rocas se encuentra á veces exclusivamente en una gran extension de país, conservando un carácter homogéneo; asi desde que su edad relativa ha sido establecida en un punto, se reconoce fácilmente su identidad en todas las demás partes y se determinan por medio de un solo corte las relaciones cronológicas de una larga cordillera de montañas. Cuando, por ejemplo, se ha observado en

Noruega que el granito sienítico en que abunda el mineral llamado zircon, ha modificado las capas silurianas con que estaba en contacto, no podria vacilarse en referirá la misma época otras varias masas de sienita zirconiana idénticas del Sur de este país.

Ciertos geólogos han creido que se podia hasta cierto punto establecer la edad relativa de los diferentes granitos, simplemente por sus caracteres de composicion mineral: la sienita, por ejemplo, ó granito con hornblenda seria mas moderna que el granito comun ó micáceo; investigaciones recientes se oponen á estas generalizaciones. El granito sienítico de Noruega, de que hemos hablado, puede pertenecer á la misma edad que las capas silurianas que atraviesa y altera, pero tambien datar del período del Antiguo Gres Rojo, mientras que el de Dartmoor, aunque compuesto de mica, cuarzo y feldspato es mas moderno que la hulla.

Carácter de los fragmentos incluidos. Este criterio es rara vez de alguna importancia porque las porciones envueltas en el granito estan ordinariamente tan alteradas que no se puede establecer con seguridad de qué rocas se derivan. En las Montañas blancas (América septentrional), se ve, segun dice el profesor Hubbard, una vena de granito que atraviesa otra roca de la misma naturaleza y contiene fragmentos de pizarra y de trapp que han debido caer en la hendidura en el momento en que las materias fundidas se elevaron para llenarla. Esta es la prueba de que el granito es posterior á ciertas formaciones esquistosas y trapeanas superficiales.

Rocas plutónicas recientes y pliócenas; porque no aparecen en la superficie. Las explicaciones que hemos dado en los capítulos XXIX y último, sobre las relaciones probables que existen entre las formaciones plutónicas y volcánicas, conducen naturalmente á deducir que rocas de cierta clase nunca pueden producirse en la superficie ó cerca de la superficie del suelo, sin que simultáneamente ó poco despues se formen algunas otras rocas de la misma clase. No es raro que corrientes de lava empleen mas de diez años en enfriarse al aire, y cuando tienen un gran espesor exigen un período todavía mas largo. La materia fundida que arrojó el Jorullo en Méjico, en 1759, materia que se acumuló en ciertos puntos hasta mas de 160 metros conservó su temperatura elevada mas de medio siglo. Fácilmento se concibe en este caso que grandes masas de lava subterránea puedan permanecer en estado incandescente en los focos volcánicos durante largos períodos y el progreso de su enfriamiento presentar mucha lentitud. Algunas veces este enfriamiento se retarda aun mas durante largos intervalos por nuevas emanaciones de calórico; se cita la lava del cráter de Stromboli, una de las islas Lipari que ha permanecido mas de dos mil años en estado de ebullicion. Se puede suponer que esta masa fluida comunicaba con algun receptáculo subterráneo de sustancia fluida. Lo mismo puede decirse respecto á la isla de Borbon en la cual durante un largo período se produjeron en otro tiempo emisiones sucesivas de lava, de dos en dos años; es dificil suponer que al mismo tiempo la lava no se hallara en un estado permanente de fusion. Si es pues razonable creer que se han verificado unas dos mil erupciones en el curso de cada siglo, ya sea bajo las aguas del mar, ya á niveles superiores á su superficie, se debe deducir que la cantidad de rocas plutónicas de nuestros dias engendradas ó en via de formacion, debe ser considerable.

Pero como las rocas plutónicas se han formado á cierta profundidad de la corteza sólida, no se hacen accesibles á la observacion humana por efecto de alzamientos ó de desnudaciones. Entre el período durante el cual una roca plutónica ha cristalizado en el seno de las regiones subterráneas y aquel en que se ha hecho visible en un punto de la superficie, se cuentan ordinariamente una ó dos épocas geológicas; no puede esperarse pues encontrar granitos recientes ó del Nuevo Pliócene á descubierto sobre el suelo á menos de suponer que haya pasado un intervalo de tiempo suficiente para permitir un alzamiento y una desnudacion notables desde el principio del período del Nuevo Plióceno. Una roca plutónica debe, pues, en general ser muy antigua relativamente á las formaciones fosilíferas y volcánicas cuando llega á hacerse visible. Sabemos que con el alzamiento de las tierras han coincidido algunas veces, en la América meridional, erupciones volcánicas y eyecciones de lava; fácil es deducir que rocas plutónicas de una época mas remota han sido impelidas á la superficie por rocas de la misma clase que se han formado sucesivamente debajo. En efecto; la infraposicion en las rocas plutónicas, como la superposicion en las capas sedimentarias, son habitualmente características de un orígen mas reciente.

En el diagrama siguiente se ha procurado representar el órden invertido en que las formaciones sedimentarias y plutónicas pueden encontrarse en el seno de la costra terrestre.

La roca plutónica mas antigua núm. I se ha elevado

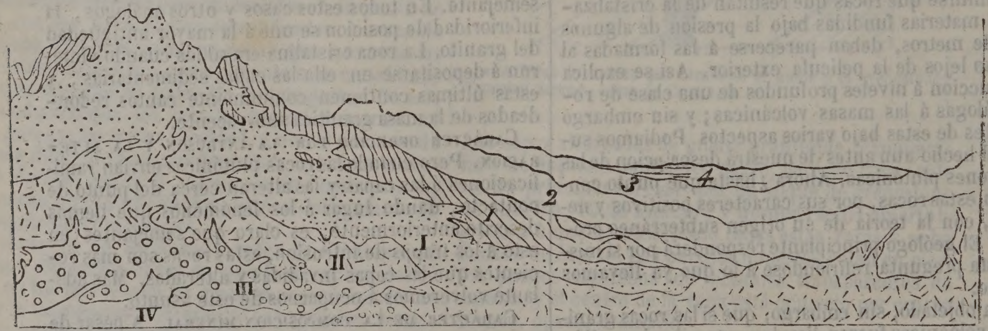


Diagrama que indica la posicion relativa de las formaciones plutónicas y sedimentarias.

I. Plutónicas primarias.
II. —— secundarias.
III. —— terciarias.
IV. —— recientes.

4. Capas recientes.
3. — terciarias.
2. — secundarias.
1. — fosilíferas primarias.

en épocas sucesivas hasta que ha presentado por fin un punto de su superficie á lo largo de una cordillera montañosa. Esta aparicion ha sido favorecida por la influencia ígnea de las rocas plutónicas mas modernas números II, III y IV. Una porcion de las capas fosilíferas primarias núm. 1 ha seguido el mismo mo-

vimiento ascensional impelida por una fuerza idéntica. Se observará que las *capas* Recientes núm. 4, y el *granito* Reciente ó roca plutónica núm. IV se hallan mas distantes entre sí que todas las demás formaciones aunque daten de la misma edad. Segun nuestra hipótesis, que explica el diagrama, se necesitarian convulsiones de varios períodos para que el granito *Reciente* ó granito del período del hombre se elevara hasta el punto de formar las crestas mas altas y los ejes centrales de las cordilleras de montañas. Durante este largo intervalo de tiempo, las capas *Recientes* número 4 podrian cubrirse de un gran número de formaciones sedimentarias mas modernas.

Granito y Rocas Plutónicas Eócenas. En la primera parte de esta obra, hemos referido la gran formacion nummulítica de los Alpes y de los Pirineos al período Eóceno; resulta de este carácter de edad una vez establecido, que los poderosos movimientos que han elevado las rocas fosilíferas á la altura de mas de 3,000 metros sobre el nivel actual del mar, han empezado desde la época terciaria. En estas regiones al menos, sino en otras comarcas se podran encontrar formaciones hipógenas formando saliente fuera del eje central ó de las porciones mas dislocadas de la mas alta cordillera de Europa. Y en efecto, en los Alpes Suizos, el *Flisch* mismo, ó parte superior de la serie nummulítica, ha sido algunas veces invadido por las rocas plutónicas, y convertido en esquisto cristalino de la clase de las rocas hipógenas. Ademas puede caber duda sobre la fluidez ó el estado pastoso del granito talcoso ó gneiss del Monte Blanco mismo, en una época posterior al depósito del *flisch* (depósito de fondo de mar); la cuestion, por consiguiente, relativa á la edad de la roca ígnea, no es tanto saber si esta roca es secundaria ó terciaria, como decidir si se la debe referir á la época Eócena ó Miócena.

La region de los Andes ha experimentado grandes movimientos de elevacion durante el período Post-Plióceno; se puede pues esperar tambien descubrir rocas plutónicas terciarias visibles en la superficie en algunos puntos de esta cordillera. Los conocimientos que ya poseemos sobre la estructura de los Andes chileños nos pondrá naturalmente en camino de hacer estos descubrimientos. Un corte dirigido al través del largo relieve ha probado á Darwin que entre Valparaiso y Mendoza la Cordillera se compone de otras dos separadas y paralelas, formadas de rocas sedimentarias de diferentes edades, cuyas capas reposan sobre rocas plutónicas que las han alterado. La cordillera occidental ó mas antigua llamada los Peuquenes, presenta esquistos arcillosos, calcaríferos, negros, que se elevan á una altura de cerca de 4,260 metros sobre el nivel del mar, y en los cuales se distinguen conchas de los géneros *Gryphœa*, *Turritella*, *Terebratula* y *Ammonites*. Se supone que estas rocas son de la edad de la parte media de la serie secundaria de Europa. Se hallan atravesadas y alteradas por diques y masas de una roca plutónica que presenta la testura del granito ordinario, pero que contiene rara vez cuarzo, y se compone especialmente de albita y hornblenda.

La cadena oriental está formada principalmente de gres y conglomerados de un gran espesor, cuyos materiales proceden de las ruinas de la cadena occidental. Los cantos rodados de los conglomerados son en su mayor parte fragmentos redondeados de estos esquistos fosilíferos que acabamos de mencionar. La semejanza de la serie entera con ciertos depósitos terciarios esparcidos en las costas del Pacífico, semejanza que se refiere á la vez al carácter mineral y á la presencia de lignito y de leño silicificado diseminados en el seno de estas capas, nos conduce á pensar que esta serie (gres y conglomerato) es tambien de orígen terciario. Ademas, no solamente los estratos se hallan asociados á rocas trapeanas y tobas volcánicas, sino que tambien han sido alterados al contacto de un granito mas reciente que el de la cordillera occidenta y compuesto de cuarzo, feldspato y talco. Igualmente se hallan atravesados por diques del mismo granito y por numerosos filones de hierro, cobre, arsénico, plata y oro, filones que todos continuan en el granito sub-yacente. Existen, pues, pruebas suficientes para admitir que la roca plutónica, que en los Andes de Chile se presenta asi á descubierto en una extensa superficie, es de fecha posterior á ciertas formaciones terciarias.

Pero la teoría adoptada en este tratado y que señala un orígen subterráneo á las formaciones hipógenas, careceria de base si se supusiera que el hecho de un granito terciario visible en la superficie del suelo, no es una excepcion rara á la regla general. Un espacio de tiempo bastante considerable ha debido transcurrir entre la formacion de las rocas plutónicas y metamórficas en el seno de las regiones profundas y su aparicion sobre la tierra. Una larga serie de movimientos subterráneos ha sido necesaria para el alzamiento de estas rocas á la atmósfera ó su emersion del fondo del Océano; antes de que se hayan hecho visibles al hombre las capas que las cubren, han sido desgarradas profundamente y arrastradas por la desnudacion.

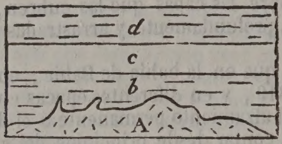
Sabemos que en la bahía de Bahie, en 1538, en Cutch en 1819, y en diferentes épocas en el Perú y en Chile, el alzamiento permanente ó el descenso de las tierras á contar desde principios del siglo actual, han sido acompañados de emisiones de lava volcánica. No se puede deducir, que los movimientos de ascension ó de descenso de la costra terrestre á consecuencia de los cuales los mares se han convertido en continentes y estos en mares, sean resultado de la accion ígnea subterránea. Es muy difícil no admitir que esta accion concurre con notable energía á *calcinar*, y á veces á liquidar las rocas aumentando el volúmen de unas y disminuyendo el de otras. Tambien contribuye á la produccion de los gases, á su expansion bajo la influencia del calor, y á la inyeccion de materias líquidas en las hendiduras formadas al través de la roca sobrepuesta. Se comprenderá el grado de intensidad con que las causas subterráneas han obrado en Sicilia desde el depósito de las capas del Nuevo Plióceno, si se recuerda que en la mitad de la superficie de la isla estas capas se han elevado desde 15 metros hasta 600 y aun 900 sobre el nivel del mar. En Sicilia igualmente, las rocas mas antiguas inmediatas á las capas terciarias marinas anteriores, han debido experimentar durante el mismo período movimientos semejantes de ascension.

Estas observaciones pueden aplicarse casi á la totalidad de Europa, porque desde el principio del período Eóceno, la superficie entera de esta porcion de la tierra, comprendiendo algunos de los puntos centrales y aun los mas elevados de los Alpes como hemos demostrado en otra parte, y exceptuando solo algunos distritos, han surgido de los abismos para elevarse á su altura natural; los continentes anteriores á la era Eócena, habian adquirido ya casi en todas partes su altura adicional. Un descenso marcado se verificó durante el mismo período. y este descenso alcanzó una extension, que igualó sino excedió á la superficie total del continente europeo. Se preguntará, pues, ¿cuál debió ser la cantidad de cambios de importancia comparable sobrevenidos en la corteza terrestre durante un tiempo igual anteriormente á la época Eócena? Los geólogos que nieguen la energía mas intensa de las causas subterráneas en las épocas lejanas de la historia de la tierra, encontraran muchas mas dificultades de las que pudieran esperar para responder á esta pregunta.

El principal efecto de la accion volcánica que se produjo en las profundidades de la tierra durante el

período terciario, fue sin duda de alzamiento de la superficie de las formaciones hipógenas de una época anterior al Carbonífero. Otra serie de movimientos de violencia igual, elevó las rocas plutónicas y metamórficas de varios períodos secundarios; si la misma fuerza continuara obrando todavía, las primeras convulsiones que se verificaran pondrian á descubierto rocas hipógenas *Terciarias* y *Recientes*. Bajo la influencia de estos cambios, varias de las capas sedimentarias actuales perderian mucho por la desnudacion; otras adquiririan una estructura metamórfica, y caerian á niveles bajos en rocas plutónicas y volcánicas. Al mismo tiempo no dejaria de depositarse un gran espesor de estratos nuevos, mientras que se verificaria el alzamiento y la destruccion parcial de las rocas mas antiguas.

Período Cretáceo. Demostraremos en el capítulo XXXV, que en los Pirineos orientales, la creta asi como el Lias ha sido alterada por el granito. No es fácil distinguir si este granito fue cretáceo ó terciario. Supongamos que *b*, *c*, *d*, sean los tres miembros de

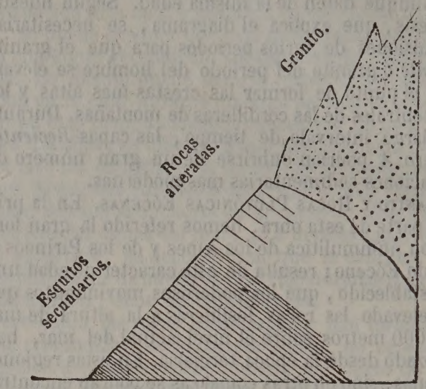


la serie Cretácea, de los cuales el mas inferior *b* hubiera sufrido modificaciones bajo la influencia del granito A, influencia que no se habria propagado hasta *c* ó solo habria afectado ligeramente sus lechos mas inferiores. En este caso será difícil al geólogo decidir si las capas *d* han existido al tiempo en que se verificaron la intrusion A y las modificaciones *b* y *c*, ó bien si se depositaron mas tarde sobre *c*.

Pero como ciertas rocas cretáceas y aun terciarias han sufrido un alzamiento de mas de 2,740 metros en los Pirineos, no se puede admitir que formacion alguna plutónica de los mismos períodos haya sido puesta á descubierto por la desnudacion á niveles de 600 á 900 metros sobre las vertientes de aquella cordillera.

Período de la Oolita y del Lias. En el departamento de los Altos Alpes en Francia, Elias de Beaumont ha indicado una caliza arcillosa llena de Belemnitas á algunos metros de una masa de granito. A esta distancia la caliza empieza á tomar una estructura granugienta, pero de granos sumamente finos. Mas cerca del punto de union, esta misma caliza se vuelve agrisada y adquiere una testura sacaroidea. En otra localidad cerca de Champoleon, cierto granito compuesto de cuarzo, mica negra y feldspato rosa, cubre en parte rocas secundarias produciendo una alteracion que se extiende á unos 9 metros y disminuye en las capas mas lejanas del granito. En el seno de la masa alterada, los lechos arcillosos han sido endurecidos, la caliza es sacaroidea, los gres son cuarzosos; en medio se encuentra una faja delgada de granito imperfecto. Otra circunstancia importante merece ser indicada; cerca del punto de contacto, el granito y las rocas secundarias se han vuelto metalíferas y contienen nidos asi como venillas de blenda, galena, hierro y pirita de cobre. Las rocas estratificadas se presentan en este punto de contacto mas duras y mas cristalinas, mientras que el granito por el contrario se vuelve mas friable y mas confusamente cristalizado.

Aunque el granito sea la masa sobrepuesta en el corte, no se debe deducir que ha corrido en la superficie de las capas, porque las dislocaciones son tales en aquella parte de los Alpes, que las rocas rara vez ocupan la posicion que tenian en su origen.



Union del granito á las capas jurásicas ó oolíticas, cerca de Champoleon en los Alpes.

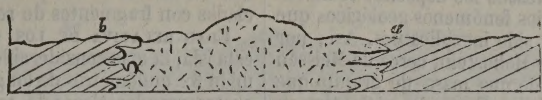
El doctor Mac-Culloch ha descrito una masa considerable de sienita que en la isla de Skye atraviesa calizas y esquistos de la edad del Lias. A distancia del granito, la caliza contiene conchas, pero no presenta indicios de ellas cerca del punto de union donde se ha convertido en mármol cristalino puro.

En Predazzo (Tirol), capas secundarias pertenecientes en parte al período Oolítico, han sido penetradas y modificadas por rocas plutónicas, sobre todo por un pórfido augítico que pasa insensiblemente al granito. La caliza se ha convertido en mármol granugiento con una faja de serpentina en el punto de union.

Período Carbonífero. En un principio se ha considerado el granito de Dartmoor en el Devonshire como una de las mas antiguas rocas plutónicas, pero se sabe muy bien hoy, que es posterior á las capas de combustible del mismo condado; estas, segun su posicion y su contenido en plantas hulliferas de carácter bien marcado, constituyen actualmente para el profesor Sedgwich y Sir R. Murchison, miembros de la verdadera serie carbonífera. Lo mismo que el granito sienítico de Cristiania, el de que tratamos aquí mas especialmente, se ha abierto paso al través de las formaciones estratificadas sin cambiar su direccion. Ahora bien, en el lado Nor-Oeste de Dartmoor los miembros sucesivos del terreno de combustible tropiezan contra el granito, y se metamorfizan á medida que se aproximan á él. Estas capas estan tambien atravesadas por venas graníticas y diques plutónicos llamados Elvans. El granito de Cornwall es probablemente de la misma edad, y por consiguiente, tan moderno como los estratos Carboníferos sino lo es mas.

Período Siluriano. Se sabe desde hace mucho tiempo, que el granito de los alrededores de Cristiania, en Noruega, es de fecha mas reciente que las capas Silurianas del mismo país. Buch ha sido el primero que ha anunciado el hecho en 1813: este granito es posterior á las calizas de Ortoceros y de Trilobitos. Las pruebas son: la presencia de venas graníticas que atraviesan un esquisto y una caliza, y la alteracion de estas últimas rocas hasta una distancia considerable del punto de contacto, alteracion producida ya sea por venas, ya por la masa central cuyas venas no son mas que ramas. Buch ha supuesto, que las rocas plutónicas alternaban aquí con los estratos fosilíferos; y que grandes pedazos de granito cubrian á veces estos estratos; esta opinion es errónea; se apoyaba en el hecho de que los lechos de esquisto y de caliza se in-

clinan frecuentemente hácia el granito, en el punto de union, como si debieran pasar bajo su masa, por ejemplo, en *a* mientras que en *b* al lado opuesto de la misma montaña, los lechos se elevan contra los costa-



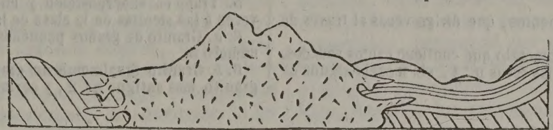
Siluriano. Granito. Capas silurianas.

dos del granito. Pero cuando se observan atentamente los puntos de contacto, se ve que la roca plutónica penetra en formas rebajadas en el seno de las rocas estratificadas fosilíferas; en ninguna parte sin embargo las cubre en grandes masas, como lo hacen tan frecuentemente las formaciones trapeanas.

Ahora bien, el mismo granito que es mas moderno que las capas Silurianas en Noruega, envia tambien en aquel país venas al través de una antigua formacion de gneiss, y las relaciones de la roca plutónica al gneiss en su union, presentan el mayor interés si se considera con la atencion que merece la diferencia de época que debió separar su orígen.

Esta diferencia, y por consiguiente la duracion del intervalo, puede calcularse segun los hechos siguientes. Los lechos fosilíferos ó Silurianos reposan en estratificacion no concordante sobre el canto del gneiss cuyas capas inclinadas han sido desnudas antes que los estratos sedimentarios se hubieran depositado. Laa pruebas de la desnudacion son de dos clases: primeramente se encuentran á veces en la superficie del gneiss, cuando se levantan los lechos mas modernos

Capas silurianas.



Gneis. Granito. Gneis.

Granito proyectando venas en las capas Silurianas y el gneis, en Cristiania.

que le cubren, restos orgánicos desgastados y redondeados; en segundo lugar, se han encontrado cantos rodados de gneiss en algunas de las capas Silurianas. Por consiguiente, entre el orígen del gneiss y el del granito, han intervenido primero, el período en que las capas de gneiss fueron desnudas, y despues la época de acumulacion de los depósitos Silurianos, Sin embargo, el granito que ha salido despues de tan largo intervalo de tiempo, se halla tan íntimamente ligado al gneiss antiguo hácia los puntos de union, que no se puede trazar mas que una línea arbitraria de separacion entre los dos; y por otra parte las venas tortuosas de granito pasan libremente al través del gneiss, enviando algunas veces á diferentes puntos pequeñas ramificaciones como si la roca mas antigua no hubiera ofrecido la menor resistencia á este paso. Parece pues necesario admitir, que el gneiss se hallaba en un estado de blandura y mas ó menos en el de fusion, cuando fue penetrado por el granito. Pero en la suposicion de que los puntos de union solos hubiesen sido visibles, y de que no se hubiera conocido por otros cortes la duracion del período transcurrido entre la consolidacion del gneiss y la inyeccion del granito, se hubiera quizá admitido que el gneiss estaba apenas solidificado, ó que no habia adquirido aun completamente su carácter metamórfico cuando fue invadido por la roca plutónica. Por este ejemplo se ve cuán difícil debe ser en Escocia y otros paises, prejuzgar la edad de ciertos granitos que envian venas al gneiss y otras rocas metamórficas, y decidir si pertenecen á la época Primaria, ó á los períodos Secundario ó Terciario.

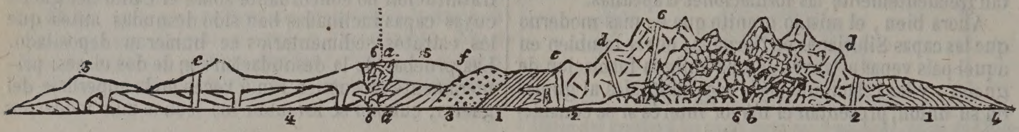
Granitos mas antiguos. Hace cosa de medio siglo, se creia generalmente, que toda roca granítica era *primitiva*, es decir, que habia sido formada antes de las primeras capas sedimentarias y de la creacion de los seres organizados. Pero hoy han cambiado las opiniones de tal manera, que no es fácil hacer remontar el orígen de una masa dada de granito á una época anterior á la acumulacion de toda serie fosilífera. Aun cuando se llegaran á descubrir algunos estratos de Cambriano Inferior reposando inmediatamente sobre el granito, sin alteracion en el punto de contacto ó sin venas graníticas, podria asegurarse que la roca plutónica es anterior á los depósitos fosilíferos mas antiguos que se conocen. Y aun es presuntuoso suponer que por investigaciones que no han llegado sino á una pequeñísima parte del globo, conozcamos las capas fosilíferas mas antiguas de nuestro planeta. Aun suponiendo que estas capas estuvieran bien demostradas, nos seria lícito afirmar que en ninguna parte se encuentran lechos anteriores que hayan contenido restos orgánicos, pero que posteriormente se hayan vuelto metamórficos. Si se llegáran á encontrar cantos redados de granito en un conglomerato del Cambriano Inferior, se adquirirá la certidumbre de que el granito padre fue producido antes de la formacion de este terreno, y de que, si las capas incumbentes pertenecen al Siluriano ó al Cambriano Superior, el granito fundamental, aunque de gran antigüedad, será quizá posterior en edad á las formaciones fosilíferas *conocidas*.

Protrusion del granito sólido. En el condado de Sutherland, cerca de Brora, un granito comun compuesto de feldspato, cuarzo y mica, que se ve en contacto inmediato de capas Oolíticas, sin duda alguna, ha sido elevado á la superficie, en una época posterior al depósito de estas capas. El profesor Sedgwich, y Sir R. Murchison, han considerado que este granito habia sido impelido en forma sólida al través de los diferentes depósitos sub-marinos, con los cuales en un principio quizá no se hallaba en contacto, habiéndolos fracturado y formado casi una brecha á lo largo de la línea de union. Esta brecha, que existe en efecto, se compone de fragmentos de esquisto, gres y caliza, con fósiles de la Oolita, unido el todo por un cimento silíceo. Las capas secundarias á alguna distancia del granito no estan mas que ligeramente alteradas; pero á medida que se aproximan á él la dislocacion se hace mas pronunciada.

Si se admite que las rocas sólidas hipógenas, estratificadas ó no, hayan sido en tales casos impelidas de manera que hayan atravesado los depósitos sedimentarios, se explicaran varios fenómenos geológicos que de otro modo hubieran sido inexplicables. Asi, por ejemplo, en Weinbohla y Hohnstein, cerca de Meissen en Sajonia, se ha indicado una masa de granito que cubre capas de los períodos Cretáceos y Oolítico en un espacio de 90 á 120 metros cuadrados. Resulta claramente de una Memoria del doctor Cotta, sobre este asunto, que el granito hâ salido en estado sólido. No existen venas en el punto de union; no se observa, tampoco, alteracion producida por el calor; pero si indicios evidentes de una accion de fraccionamiento y de trituracion, y en algunos puntos se reconoce una brecha en la cual pedazos de granito estan mezclados con fragmentos de rocas secundarias.

Edad relativa de los granitos de Arran. En esta isla, la mas considerable del Firth de Clyde, y que mide 32 quilómetros de longitud del Norte al Sur, las cuatro grandes clases de rocas, Fosilíferas, Volcánicas, Plutónicas y Metamórficas, estan desarrolladas en un grado notable, en una superficie comparativamente reducida, pero con sus caracteres particulares bien marcados. En el Norte, el granito llega á una altura de 900 metros sobre el nivel del mar, y termina

Ploverfield.



1. Esquistos Metamórficos ó Hipogenos, los mas antiguamente formados, de Arran.
2. Granito de gruesos elementos, que dirige venas al través de los esquistos n.° 1.
3. Viejo Gres rojo y conglomerato que contiene cantos rodados, exclusivamente derivados de las rocas n.° 1, sin mezcla alguna de fragmentos graníticos.
4. Capas carboníferas y Gres rojo.
5. Trapp en superposicion y en diques *(c, d, e)*, que pasa á veces á las sienitas de la clase de las rocas plutónicas.
6. *a*. Granito de granos pequeños, asociado al trapp subyacente número 5.
6. *b*. Granito igualmente de granos finos, ramificándose en el granito mas antiguo n.° 2, y cortando los diques trapeanos *c, d.*

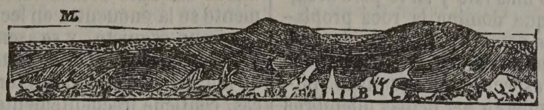
en forma de picos. Los lados de la montaña estan ocupados por esquistos cloríticos, pizarras regularos, azules, y otras rocas del órden de las metamórficas (número 1), al través de las cuales el granito (núm. 2) envia venas. Este granito, es, pues, mas nuevo que los esquistos hipógenos (núm. 1), que él penetra.

Los esquistos estan muy inclinados; se les ve coronados de conglomerats y gres (núm. 3), que se pueden referir á la formacion del Antiguo Gres Rojo, y á los que suceden diferentes esquistos y calizas fosilíferas (núm. 4), del período Carbonífero; encima vienen otras rocas de gres y conglomerato (parte superior del núm 4), en el seno de los cuales no se han encontrado todavía fósiles, y que se sospecha pertenecer al Nuevo Gres Rojo. Todas las formaciones anteriores estan atravesadas por rocas volcánicas (núm. 5), que consisten en greenstone, basalto, pechstein, argilofiro y otras variedades. Estas rocas se presentan ya bajo la forma de diques, ya en la de masas de 15 á 215 metros de espesor, cubriendo las capas (núm. 4). Pasan algunas veces á una sienita tan cristalina, que se la creeria de produccion plutónica, y, en una localidad particular, en Ploverfield, en Glen Cloy, un granito de grano fino (6, *a*), se encuentra asociado á la formacion de trapp, y proyecta venas al través del gres ó los lechos superiores del núm. 4. Este descubrimiento interesante del granito en la region Sur de Arran, en un punto donde está separado de la masa septentrional de la misma roca por un inmenso espesor de capas secundarias y de trapps subyacentes, se debe á Necker de Ginebra, y data del viaje de este sabio á Arran en 1839. Sabemos tambien por las últimas investigaciones del profesor Ramsay, que un granito semejante de grano fino (núm. 6, *b*), existe en el interior del distrito granítico septentrional del cual forma el núcleo, enviando venas al granito de elementos gruesos mas antiguo (núm. 2). Los diques de trapp que penetran esta última masa, estan cortados bruscamente, segun Ramsay, en su union con la roca de grano mas fino.

No es improbable que el granito (núm. 6, *b*), sea de la misma edad que el de Ploverfield (núm. 6, *a*), y este á su vez podria muy bien pertenecer á la misma época geológica que las formaciones de trapp (número 5). Si debe haber diferencia de fecha, el granito de grano fino es el que parece mas moderno que las rocas trapeanas. Pero por otra parte, el granito de elementos gruesos (núm. 2), seria quizá la roca mas antigua de Arran, exceptuando los esquistos hipógenos (número 1), al través de los cuales envia ramificaciones.

Quizá se opondrá á esta opinion la circunstancia curiosa y verdaderamente notable á que el doctor Mac-Culloch ha dado gran importancia, á saber: que no se encuentra piedra alguna de granito en los conglomeratos del Antiguo Gres Rojo de Arran, aunque estos midan algunos centenares de metros de espesor y existan al pié de altas montañas graníticas. Como regla general, todos estos agregados de guijarros y arena estan principalmente compuestos de fragmentos de rocas preexistentes que se encuentran en su inmediacion, la ausencia total de guijarros graníticos ha sorprendido con razon á los geólogos que han visitado sucesivamente la isla de Arran y la han explorado con cuidado. Las porciones redondeadas del conglomerato consisten exclusivamente en cuarzo, clorito-esquisto, y otros miembros de la serie metamórfica; ni aun en los conglomeratos mas modernos (del núm. 4), se ha encontrado todavía fragmento alguno granítico. ¿Podemos suponernos autorizados para asegurar que el granito de elementos gruesos (núm. 2), asi como la variedad de grano pequeño de la roca análoga (número 6, *a*), son mas modernos que todas las otras masas de la isla? No lo creemos por lo menos hasta el presente; pero se puede admitir con confianza que cuando se formaron los diversos lechos de gres y conglomerato, ningun granito se presentaba todavía en la superficie ni habia sido puesto á descubierto por la desnudacion en la isla de Arran. Es claro que los esquistos cristalinos habian ya tomado fondo en arena y guijo donde se depositaron los estratos (núm. 3); pero en aquella época, las olas no habian ejercido aun su accion sobre el granito que hoy presenta ramificaciones que penetran en el esquisto. ¿Debemos deducir que los esquistos han sufrido la desnudacion antes de haber sido invadidos por el granito? Esta hipótesis que no es inadmisible, no es sin embargo de una certidumbre absoluta. En efecto, en la época en que se depositó el Antiguo Gres Rojo, las capas metamórficas constituian ya sin duda islas en el mar, y contra

estas islas chocaron las rompientes ó en su superficie corrieron torrentes y rios que arrastraron guijo y arena. La roca plutónica ó granito (B), habrá sido, quizá en un principio, inyectada á cierto nivel por debajo,



pero la desnudacion no la ha puesto nunca su superficie en descubierto.

En cuanto á la época y al modo de protrusion del granito de granos gruesos (núm. 2), se puede decir que esta roca ha salido en masa en forma sólida durante la larga serie de operaciones ígneas que han producido las formaciones trapeanas y plutónicas (números 5, 6 *a* y 6 *b*).

Hemos demostrado que estas erupciones, cualquiera que sea su fecha, han acaecido despues del depósito de todas las capas fosilíferas de Arran. Es evidente tambien que posteriormente á las rocas graníticas y trapeanas sobrevino la gran desnudacion acuosa que estas rocas sufrieron probablemente en el momento de salir del Océano: el hecho está probado por la terminacion escarpada de muchos diques, tales como *c*, *d*, *e*, los cuales estan cortados á flor de la superficie del granito y del trapp. El trapp sobrepuesto termina asimismo bruscamente al acercarse á los límites de la vasta region hipógena, por un corte marcado que mira á f. Cuando esta roca, en un principio, corrió en estado líquido, no debió detenerse tan bruscamente, sino continuar hasta llenar la depresion que hoy la separa de las rocas hipógenas á lo menos si esta depresion existió entonces. La necesidad de suponer que á un mismo tiempo el trapp y el conglomerato se hayan extendido en otro tiempo mas lejos, y que algunas veces, tales como *c d*, hayan llegado á una altura mucho mayor, nos conduce á pensar que la totalidad del granito septentrional estuvo en cierta época cubierto por formaciones mas modernas, bajo cuya presion adquirió su testura eminentemente cristalina.

La teoría de la protrusion en forma sólida del núcleo septentrional de granito, recibe su confirmacion de la manera como los esquistos (núm. 1) y los lechos de conglomerato (núm. 3) bajan hácia todos lados. En algunos puntos á la verdad, los esquistos se inclinan hácia el granito; pero podia esperarse esta excepcion, porque las capas hipógenas han sufrido dislocaciones en mas de una época geológica, y en algunos casos al menos han ocupado quizá al tiempo de salir una posicion inversa. Por consiguiente la gran inclinacion y la bajada en todos sentidos de los lechos alrededor de los bordes de la eminencia granítica, y despues la horizontalidad comparativa de las capas fosilíferas de la porcion meridional de la isla, son hechos perfectamente de acuerdo con la hipótesis de enormes movimientos en el punto en que se supone que el granito ha salido en masa sólida, y donde puede comprenderse que se ha desarrollado lateralmente por la inyeccion reiterada de nuevas materias fundidas.

CAPITULO XXXV.

ROCAS METAMÓRFICAS.

Hasta el presente hemos estudiado tres clases distintas de rocas; acuosas ó fosilíferas, volcánicas, plutónicas ó graníticas; réstanos al presente para terminar, examinar aquellas capas cristalinas (hipógenas) á que se ha dado el nombre de *metamórficas*. Esta última expresion, como hemos dicho en otro lugar, implica la hipótesis de que las capas, despues de haberse depositado en el fondo de las aguas, habrian adquirido bajo la influencia del calor y otras causas, una testura eminentemente cristalina. Los geólogos que no admiten esta opinion pueden aplicar á las rocas de que se trata, los epítetos de estratificadas, hipógenas ó hipógenas esquistosas.

Estas rocas en su estado mejor caracterizado y mas normal, estan completamente desprovistas de restos orgánicos; no contienen, tampoco ningunas porciones distintas de otras rocas, redondeadas ó angulosas. Algunas veces se les observa en puntos aislados, en el centro de cadenas montañosas estrechas; pero en otros casos, se extienden en anchas superficies, ocupando por ejemplo casi la totalidad de la Suecia y de la Noruega, donde lo mismo que en el Brasil, se manifiestan en bajos y altos niveles. En la Gran-Bretaña los miembros de la serie que se aproximan mas al granito por su composicion (tales son los gneiss, micasquisto, esquisto anfibólito) se encuentran limitados á la comarca Norte de los rios Forth y Clyde.

Por cristalinas que estas rocas puedan ser en ciertos paises, no envian jamás como el granito y el trapp venas al seno de las formaciones contiguas, bien sean estas formaciones de esquisto antiguo ó de granito, ó bien un grupo de capas fosilíferas mas modernas.

Se ha intentado repetidas veces señalar un órden general de sucesion ó de superposicion á los miembros de esta familia; se ha supuesto, por ejemplo, que el esquisto arcilloso ocupaba invariablemente un nivel superior al micasquisto y que este se hallaba siempre sobrepuesto al gneiss. Pero aun cuando este órden sea en realidad el mas constante, en algunas regiones aisladas se halla lejos de ser universal. Por lo demás nos remitimos en este punto al capítulo XXXVII en que van expuestas las relaciones cronológicas de las rocas metamórficas.

Los principales miembros de la serie metamórfica son los siguientes: gneiss, micasquisto, esquisto anfibólico, esquisto arcilloso, clorito-esquisto, caliza hipógena ó metamórfica y varias clases de cuarzo ó cuarzitas.

Gneiss. Puede decirse que esta roca es un granito estratificado, ó para los que no adoptarian esta última expresion, un granito hojoso: está formado de los mismos materiales que el granito; de fedlspato, cuarzo y mica. En el ejemplar que representa la figura 559, las fajas blancas son casi exclusivamente feldspato laminoso entremezclado con escamas de mica y partículas de cuarzo. Las fajas negras estan compuestas de cuarzo gris y de mica negra con partículas accidentales de feldspato. La roca se divide mas fácilmente siguiendo las fajas negras, cuya superficie expuesta á la luz brilla por hallarse cubierta de pajillas de mica. El cuarzo que acompaña á estas fajas excede sin embargo en mucho en el mineral foliáceo; pero la exfoliacion mas fácil es determinada por la cantidad de este último mineral.

En lugar de separarse asi en láminas delgadas, el gneiss se divide algunas veces en fajas mas gruesas

en las cuales la mica no es mas que ligeramente paralela á los planos de estratificacion.

Sin embargo, la palabra *gneiss* en geologia tiene generalmente un sentido mas lato y sirve para designar una formacion en que domina la roca propiamente designada con este nombre, pero con la cual se encuentran tambien en lechos alternados otras rocas metamórficas y mas especialmente esquisto anfibólico. Entonces se consideran los demás miembros de la serie metamórfica como subordinados al verdadero gneiss.

El lector preve ya cuáles pueden ser las diferentes variedades de rocas afines del gneiss en que el feldspato entrará como elemento esencial; para esto le bastará recordar lo que se ha dicho del granito. Por ejemplo, añadiendo la hornblenda á la mica, cuarzo y feldspato, se tendrá un gneiss sienítico, ó bien si á la mica se sustituye el talco, se obtendrá un gneiss talcoso, roca compuesta de feldspato, cuarzo y talco, en cristales distintos ó en partículas simplemente cristalinas (protogina estratificada de los franceses).

Esquisto anfibólico. Es ordinariamente negro y está compuesto simplemente de hornblenda (anfibol) con proporciones variables de feldspato y algunas veces de partículas de cuarzo. Cuando la hornblenda y el feldspato se hallan en cantidades sensiblemente iguales, y la roca es esquistosa, esta corresponde por sus caracteres á los greenstones de la familia de los trapps, entonces se la ha llamado *Greenstone primitivo*. Tambien se le puede llamar *Roca de hornblenda*. Ciertas masas que contienen tambien hornblenda son probablemente rocas volcánicas que se han vuelto despues de algun tiempo mas cristalinas ó metamórficas.

Micasquisto ó esquisto micáceo. Esta roca se aproxima al gneiss, y constituye una de las mas abundantes de la serie metamórfica. Es esquistosa y se compone esencialmente de mica y de cuarzo pareciendo algunas veces que la mica forma la masa total. Lechos de cuarzo puro se encuentran en ella accidentalmente. En ciertos distritos entran en la masa como parte integrante granates en forma de dodecaedros regulares. El micasquisto pasa por gradaciones insensibles al esquisto arcilloso.

Esquisto arcilloso. Puede parecerse mucho á una arcilla endurecida y en la mayor parte de los casos es sumamente foliáceo y ofrece buenas piedras para cubrir los tejados. A veces posee un lustre brillante y sedoso debido á las pajitas de mica ó de talco que contiene. Su color varia del verdoso al gris azulado ó gris de plomo, y se debe decir de este esquisto mas que de ningun otro, que pertenece en comun á las series metamórfica y fosilífera, porque esquistos arcillosos tomados en cada una de estas divisiones, no se distinguirian unos de otros solo por los caracteres mineralógicos.

Cuarzita ó Roca de Cuarzo. Es una agregacion de partículas de cuarzo ya sea en forma de pequeños cristales, ya mas comunmente en la de cuerpos redondeados dispuesto el todo en capas regulares asociadas al gneiss y otras rocas metamórficas. El cuarzo compacto, el que se encuentra tan frecuentemente en venas, existe tambien asociado á la cuarzita granosa. Las dos variedades alternan con el micasquisto ó el gneiss; á veces sucede que pasan á estas rocas por adicion de mica ó de feldspato y mica.

Clorito-esquisto. Es una roca esquistosa, verde, en que abunda sobre todo la clorita en pajillas muy finas ordinariamente mezcladas con partículas pequeñas de cuarzo ó algunas veces de feldspato y mica; suele estar asociada al gneiss y al esquisto arcilloso con los cuales se la ve fundirse en algunos casos.

Caliza cristalina ó metamórfica. Esta roca hipógena que los geólogos mas antiguos han llamado *Caliza Primaria*, se manifiesta en algunas circunstancias bajo la forma de un mármol blanco, cristalino y granugiento, que se explota para la escultura y para la ornamentacion arquitectónica sobre todo si está en masas bastante considerables; pero mas frecuentemente se la encuentra en lechos delgados como las hojas de un esquisto, y se asemeja mucho, por el color y el aspecto exterior, á ciertas variedades de gneiss y de micasquisto. Cuando alterna con estas últimas rocas, contiene frecuentemente cristales de mica, y accidentalmente, de cuarzo, feldspato, hornblenda, talco, clorita, granate y otros minerales. Rara vez se la observa en los distritos hipógenos de Noruega, de Suecia y de Escocia; pero está mas extensamente desarrollada en los Alpes.

Antes de entregarnos á consideraciones relativas al orígen probable de las rocas metamórficas, daremos primeramente, bajo forma de glosario, cortas explicaciones sobre algunas de las principales variedades de estas rocas: indicaremos sus sinónimos.

Explicacion de los nombres, de los sinónimos y de la composicion de las rocas metamórficas mas abundantes.

Ampelita. Esquisto aluminoso (Brongniart); se encuentra á la vez en la serie metamórfica y la serie fosilífera.

Anfibolita. Roca de hornblenda (Véase esta roca).

Arkosa. Nombre dado por Brongniart á un compuesto de los mismos minerales que el granito; la arkosa, en efecto, se parece mucho á esta última roca. Se la encuentra en la union del granito y de formaciones de diferentes edades; consiste en cristales de feldspato, de cuarzo y algunas veces de mica; estos minerales despues de haber sido en un principio desagregados por una accion posterior á una primera consolidacion, han sido reunidos de nuevo por un cimento silíceo ó cuarzoso. La Arkosa está muchas veces atravesada por venas de cuarzo.

Caliza hipógena (Véase su descripcion).

Caliza primaria ó caliza hipógena. (La misma que la anterior). Véase tambien su descripcion.

Clorito-esquisto (ó *Esquisto-clorítico*). Roca esquistosa, verde que contiene abundantemente clorita, mineral escamoso verde.

Cuarzita ó Roca de cuarzo. Roca estratificada; agregado de granos de cuarzo.

Eurita. Ya la hemos mencionado como roca plutónica, pero se encuentra tambien, y con una composicion absolutamente idéntica, en lechos subordinados á los gneiss ó á los micasquistos.

Fillada. D' Aubuison da este nombre al esquisto arcilloso, de la palabra φυλλας que significa masas de hojas.

Gneiss. Roca estratificada ú hojosa; de la misma composicion que el granito.

Gneiss de hornblenda ó Sienítico. Compuesto de feldspato, cuarzo y hornblenda.

Gneiss talcoso. La misma composicion que el granito talcoso ó protogina, pero no estratificado ú hojoso.

Granito talcoso. Véase Protogina.

Marmol. Véase su descripcion en el capítulo II y en el presente.

Micasquisto ó Esquisto micáceo. Roca esquistosa compuesta de mica y de cuarzo en proporciones variables.

Protogina. Véase *Gneiss talcoso*; cuando la roca no está estratificada es un granito talcoso.

Roca de Hornblenda ó Anfibolita. Miembro á la vez de la serie metamórfica y de la serie volcánica. Composicion del esquisto de hornblenda; pero la anfibolita no es divisible en hojas.

Roca de cuarzo ó Cuarzita. Véase este último nombre.

ESQUISTO ACTIMOLÍTICO. Roca esquistosa, hojosa, compuesta principalmente de actinolita; mineral verde-esmeralda afine á la hornblenda con mezcla de granate, cuarzo y mica.

ESQUISTO DE CHIASTOLITA. Difiere poco del esquisto arcilloso; pero contiene numerosos cristales de Chiastolita; tiene un espesor considerable en el Cumberland. La Chiastolita está en largos cristales, delgados, romboidales.

ESQUISTO DE HORNBLENDA. Compuesta de hornblenda y defelspato.

ESQUISTO ARCILLOSO.

ESQUISTO CLORÍTICO. Véase Clorito-esquisto.

ESQUISTO MICÁCEO ó MICASQUISTO. Véase este nombre.

ESQUISTO TALCOSO. Compuesto principalmente de talco, ó de talco y de cuarzo, ó de talco y feldspato; su testura se parece algunas veces á la del esquisto arcilloso.

TALSQUISTO. Véase la anterior.

ORÍGEN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

Hemos tratado extensamente de las rocas metamórficas; réstanos al presente desarrollar los detalles de su estructura y su historia, y dar al mismo tiempo el resúmen de las opiniones que sucesivamente se han emitido sobre su orígen probable, Pero ante todo prevenimos al lector, que caminamos aquí sobre un terreno poco seguro, y que bien pronto llegaremos á los límites mas allá de los cuales deben cesar todas las inducciones positivas, y no partir mas que de simples conjeturas. Una hipótesis hubo en otro tiempo muy en boga y aun todavía hoy cuenta partidarios entre algunos geólogos; se supone que la testura cristalina y la ausencia de todo indicio de orígen mecánico ó de contenido orgánico en el seno de rocas metamórficas, procede de una condicion particular que habria presentado el planeta en la época de su formacion. Examinaremos en detalle los argumentos que combaten esta hipótesis, cuando manifestemos en el último capítulo de este tratado á cuántas edades diferentes se refieren las formaciones metamórficas, como asimismo han sido producidos el gneiss, el micasquisto, el esquisto arcilloso, y la caliza hipógena (la de Carrara, por ejemplo) y esto, no solamente á contar desde la primera introduccion de los cuerpos orgánicos sobre la tierra, sino aun mucho tiempo despues de la sucesion de alguna de las diferentes razas de plantas y de animales.

La doctrina que se ocupa de las capas cristalinas comprendidas bajo el nombre de metamórficas, debe encontrar lugar inmediatamente aquí; averiguaremos primero si realmente estamos autorizados á dar á estas capas el epíteto de estratificadas, en el sentido de esta palabra, es decir, de rocas depositadas primitivamente en el seno de las aguas bajo forma de sedimento. Este epíteto que los geólogos han adoptado generalmente para designar las rocas metamórficas, indica suficientemente la divisibilidad de estas en lechos muy análogos, al menos en cuanto á la forma, á las capas fosilíferas ordinarias. Por lo demás, la semejanza no está limitada del todo á la existencia accidental, en los dos grupos de rocas de la misma estructura laminar, sino que se extiende á toda especie de disposicion en armonía con la ausencia de fósiles, arena, guijarros, ondulaciones y otros caracteres que la teoría metamórfica supone haber sido aniquilados por la accion plutónica. Asi se encuentra en el seno de las formaciones cristalinas, lo mismo que en las formaciones fosilíferas, una alternativa de lechos que varian mucho por la composicion, el color y el espesor. El gneiss se encuentra entremezclado con fajas pequeñas de esquisto anfibólico negro, ó de clorito-esquisto verde, ó bien aun de cuarzo granoso ó de caliza; el cambio entre estas diferentes materias puede de repetirse un número indifinido de veces. El micasquisto alterna del mismo modo con el clorito-esquisto, ó con lechos de cuarzo puro, ó capas de caliza laminar.

Ya hemos dicho que cerca del contacto inmediato de las venas graníticas y de los diques volcánicos, se observaban alteraciones profundas de la roca, mas especialmente en la inmediacion del granito. Será quizá útil añadir aquí otros ejemplos para demostrar que una testura imposible de distinguir de aquella que caracteriza las formaciones metamórficas mas cristalinas, ha transformado capas en otro tiempo fosilíferas.

La extremidad meridional de la Noruega comprende un extenso distrito que ocupa la orilla occidental del Fiord de Cristianía, y en esta demarcacion, el granito y la sienita atraviesan á espacios las capas fosilíferas, ó bien, lo que es mas habitual envian venas al seno de estas capas, al punto de contacto. Las rocas estratificadas de esta localidad, llenas de conchas y de zoófitos, consisten principalmente en esquistos, calizas y gres; están invariablemente alternadas cerca del granito, por ejemplo en 45 y hasta 365 metros. Los esquistos aluminosos se han endurecido y se han vuelto silíceos; se parecen á veces al jaspe. El endurecimiento de fajas alternadas de un esquisto verde y pardo achocolatado, ha dado lugar á un verdadero jaspe listado; cada matiz reproduce fielmente las líneas primitivas de estratificacion. Mas cerca del granito, el esquisto contiene frecuentemente cristales de hornblenda que se ven aun á una distancia de algunos centenares de metros del punto de union; esta hornblenda de color negro se encuentra tan abundante, que geólogos eminentes, que han viajado por la comarca, han tomado la roca por el esquisto anfibólico antiguo subordinado á la gran formacion de gneiss en Noruega. Frecuentemente tambien aparecen en la masa, entre el granito y el esquisto anfibólico arriba mencionado, pajillas de mica y de feldspato laminar; esta asociacion mineral imita ya á un gneiss, ya á un micasquisto. Se descubren rara vez fósiles al través de estos esquistos, y los pocos restos que podrian presentar desaparecen á medida que la roca se hace mas cristalina, es decir, que se aproxima mas al granito. En algunos puntos, la materia silícea del esquisto se ha convertido en cuarzo cristalino, y cuando se le agrega hornblenda y mica, la roca alterada pierde su estratificacion y pasa á una especie de granito. La caliza que, lejos de esta última roca, presenta una estructura terrosa y un color azulado, que muchas veces tambien abunda en corales, se convierte por el contrario, al acercarse á ella en un marmol blanco sacaroideo, algunas veces silíceo; la estructura laminar continúa, en ciertos casos hasta mas de 365 metros del contacto. Los corales estan la mayor parte profundamente alterados en cuanto á su forma, pero sin embargo subsisten algunos bien conservados, aun en el marmol blanco. La caliza y el esquisto endurecido contienen ambos granates bastante frecuentes; se observan en ellos ademas minerales de hierro, de plomo, de cobre y un poco de plata. Las alteraciones existen, ya que el granito atraviese las capas fosilíferas paralelamente á su direccion general, ya que les penetre perpendicularmente á esta direccion.

Los esquistos endurecidos y listados de que se ha tratado anteriormente, presentan una íntima semejanza con ciertas arcillas esquistosas del terreno hullífero de Rusel's Hell, cerca de Dudley; en esta localidad el combustible ha ardido bajo tierra durante muchos años. Lechos de arcilla esquistoidea de un espesor considerable, que cubrian la hulla en ignicion, han sido calcinados y endurecidos hasta el punto de adquirir una fractura silícea, y las fajas pequeñas se han vuelto alternativamente verdes ó de color rojo de ladrillo.

El granito de Cornwall, tambien envia venas al

través del esquisto arcilloso grosero, llamado por las gentes del país *Kyllas*. El Killas está convertido en esquisto anfibólico cerca de su contacto con las venas. El fenómeno se ve muy bien en la union del granito y de la roca en cuestion en Mont Saint-Michel, pequeña isla de unos 90 metros de altura, situada en la bahía, á la distancia próximamente de 35 quilómetros de Penzance.

El granito mismo de Dartmoor, en el Devonshire, se habria introducido segun La Beche, en las pizarras y gres pizarrosos llamados grawackes, doblando y torciendo los estratos á su paso y enviando ramificaciones. Por consiguiente algunas de estas rocas esquitosas se habrian vuelto micáceas; otras, mas endurecidas habran adquirido los caracteres del micasquisto y del gneiss; el resto, en fin, habrá sido transformado en una roca dura, listada y muy cargada de feldspato.

Resulta de las investigaciones de Duffrenoy que en los Pirineos orientales existen masas graníticas de edad posterior á las formaciones llamadas lias y creta en este país, y que estas rocas fosilíferas estan muy alteradas en su testura, y muchas veces impregnadas de mineral de hierro en la inmediacion del granito. Asi, en los alrededores de Saint-Martin cerca de Saint-Paul de Fenouillet, la caliza cretácea se vuelve mas cristalina y sacaroidea á medida que se aproxima al granito y pierde todo indicio de los fósiles que contenia al principio en abundancia; en algunos puntos tambien esta caliza se vuelve dolomítica, y se presenta toda penetrada de venillas de carbonato de hierro, ó salpicada de mineral rojo del mismo metal (hierro oligisto). En Rancié, el lias inmediato al granito, no solamente está impregnado de óxido de hierro, sino cargado de pirita, de tremolita, de granate, asi como de un mineral un poco análogo al feldspato, y que se llama Conzeranita, segun la localidad en que se encuentra mas especialmente.

Ahora bien, las alteraciones que acabamos de describir como producidas en las rocas por los diques volcánicos y las venas graníticas, prueban incontestablemente que la naturaleza posee medios de transformar estratos fosilíferos en capas cristalinas, de determinar en el seno de los lechos un carácter mineral nuevo, semejante, sino completamente idéntico al del gneis, del micasquisto y de otros miembros estratificados de la serie hipógena. La naturaleza precisa de estas causas de alteraciones que se llaman provisionalmente plutónicas es de las mas oscuras, de las mas dudosas; pero la realidad de los hechos existe, y debemos admitir que la influencia del calor, ha tenido relaciones con la trasmutacion, si por las razones que hemos desenvuelto, se acepta el orígen ígneo del granito.

Las experiencias de Gregorio Wat que ha fundido diversas rocas en su laboratorio para dejarlas en seguida solidificarse por un enfriamiento lento, prueban de una manera perentoria que una masa mineral puede muy bien, sin haber experimentado una fusion completa, tomar una nueva disposicion molecular, y adquirir una cristalizacion parcial. Es pues fácil comprender que todo indicio de conchas y demás restos orgánicos desaparezcan, y que se verifiquen nuevas combinaciones químicas, sin suponer la masa inyectada en un grado de fusion que borre toda línea de estratificacion.

No debe creerse sin embargo que el calor obrando sobre una masa pétrea, al aire libre, sea todo lo que pueda suministrar la causa plutónica; no ignoramos que los volcanes en erupcion arrojan no solamente lava fluida, sino tambien vapor y gases cálidos que se escapan del cráter en torbellinos enormes, y esto, durante dias, semanas, y aun años sin interrupcion; el vapor y los gases continúan desprendiéndose de la lava durante su consolidacion. Por consiguiente, cuando las materias componentes del granito llegan á ponerse en contacto de los estratos fosilíferos, en las entrañas de la tierra, siendo la presion á tales profundidades verdaderamente prodigiosa, los fluidos aeriformes no pueden escaparse; pero llegando á las rocas pasan al través de sus poros, mas fácilmente que lo haria el agua misma. Estos fluidos, tales como el hidrógeno sulfurado, ácido hidro-clórico y ácido carbónico, salen en seguida, en diferentes puntos, de las hendiduras de la roca que han decolorado y corroido, ablandado ó endurecido. Cuando las capas estan húmedas, los gases penetran mas fácilmente al través de la masa; porque segun las experiencias de Henrri, el agua, bajo una presion hidrostática de 29 metros absorbe tres veces mas ácido carbónico, que bajo la presion ordinaria de la atmósfera. Aunque este poder de absorcion deba disminuir en razon de la temperatura creciente de las bajas regiones de la tierra, el profesor Bischoff ha demostrado que el calor no aumenta en una proporcion que sea capaz de neutralizar el efecto del crecimiento de presion. Por lo demás, otros gases que el ácido carbónico, son absorbidos por el agua y con tanta mayor facilidad cuanta mayor es la presion. Se consideran pues hoy las rocas mas compactas que no han sido expuestas al aire ni desecadas, como verdaderas esponjas para la absorcion, y casi siempre estan muy impregnadas de agua. Se comprende asi, cómo gases á una temperatura elevada y llegando al contacto de esta roca á grandes profundidades, se transmiten fácilmente al través de sus poros. Aunque la materia gaseosa absorbida en un principio no tarda en condensarse y en ceder su calórico, sin embargo la sucesion muy larga y continua de las emisiones que vienen de abajo, acaba por elevar la temperatura misma del agua y la de la roca que la contiene.

Fournet ha demostrado en su descripcion del gneiss metalífero de las cercanías de Clermont en Auvernia, que todas las hendiduras de la roca estan completamente llenas de gas ácido carbónico libre; el gas sale abundantemente del suelo, en aquel punto y en otros varios de la comarca inmediata. Los elementos del gneiss todos á excepcion del cuarzo, se han vuelto terrosos, y nuevas combinaciones del ácido con la cal, el hierro y la magnesia se forman continuamente.

Las *Estufas* de San-Calogero, en la mayor de las islas Lipari, nos presentan otro ejemplo de la accion ígnea subterránea. En esta localidad segun la descripcion que de ella ha publicado Hoffman, se ven en cerca de 6 quilómetros á lo largo de la costa, capas horizontales de toba que forman quebradas de mas de 60 metros de altura, decoloradas en diversos puntos ó muy alteradas por los vapores. Arcillas de color oscuro se han vuelto amarillas y á veces blancas como la nieve, ó bien han adquirido una estructura abigarrada ó brechiforme, atravesadas como estan por listas ferruginosas rojas. En algunos puntos los productos de las fumarolas han ofrecido al análisis sublimados de óxido de hierro; pero parece asimismo que de las exalaciones volcánicas han resultado venas de calcedonia, de ópalo y de yeso fibroso.

El lector podrá consultar tambien ventajosamente la descripcion que Virlet ha hecho de la corrosion de rocas duras, silíceas y jaspoideas en los alrededores de Corinto, corrosion ejercida por la accion prolongada de gases subterráneos; leerá igualmente con interés los detalles dados por el doctor Daubeny sobre la descomposicion que las rocas traquíticas, en la solfatara cerca de Nápoles, han sufrido bajo la influencia de los gases hidrógeno sulfurado y ácido hidroclórico.

Aunque estos diversos ejemplos no nos manifiesten sino rasgos superficiales, no es menos claro que los fluidos gaseosos han debido atravesar todo el espesor de las rocas porosas ó hendiduras que separaban sus reservatorios subterráneos del aire exterior. La po-

tencia total de la costra terrestre, que los vapores han penetrado ó estan en via de penetrar, puede llegar hasta algunos miles de metros, y la accion ígnea modificante, de estos vapores, extenderse al través de la totalidad de esta masa sólida.

Sabemos, segun las investigaciones del doctor Bischoff, que en Aix-la-Chapelle, el vapor de un manantial caliente cuya temperatura no es, sin embargo, mas que de 133 á 167 grados F., ha convertido la superficie de ciertos peñascos de mármol negro en una masa pastosa. Este sabio cree, pues, que el vapor en el seno de la tierra, gozando de una temperatura igual y aun superior á la del punto de fusion de la lava, y poseyendo una elasticidad de que la misma holla de Papin no podria dar sino una idea muy corta, debe transformar las rocas en materia líquida.

Las observaciones anteriores responden de antemano á ciertas objeciones especiosas que se han hecho contra la teoría del metamorfismo: se ha invocado para las rocas su débil poder conductor del calórico; en realidad, las masas petrosas, una vez desecadas al aire, se diferencian mucho bajo este aspecto de los metales. Se ha preguntado, pues, en qué consiste que cambios que no podian extenderse sino á algunos decímetros del contacto de un dique, habian sin embargo, penetrado al través de las masas montañosas de capas cristalinas que miden varios quilómetros de potencia. Hemos hecho ver que la influencia plutónica de la sienita en Noruega se habia ejercido en algunos puntos hasta la distancia de 460 metros, ya en el sentido de su inclinacion, ya en el de su direccion. Este es verdaderamente un caso extremo; pero, ¿no es mucho mas razonable conceder á esta influencia el poder de afectar en ciertas circunstancias favorables á grandes masas, que inventar una causa enteramente nueva para explicar hechos diferentes solo en cantidad y no en naturaleza? La teoría del metamorfismo no concede al granito exclusivamente la facultad de alterar por su contacto las masas contiguas, sino que supone simplemente una accion que reside en el interior de la tierra á una profundidad desconocida, ya sea esta accion termal, hidro-termal, eléctrica ó de cualquier otra naturaleza, con tal que ofrezca analogía con la que se ha ejercido cerca de las masas graníticas de intrusion; esta accion durante el curso de períodos infinitos, y tomando quizá su orígen de un gran centro en ignicion, ha reducido en un espesor de miles de metros, varios estratos á un estado de semifusion, y estos estratos por el enfriamiento se han vuelto cristalinos como el gneiss. El granito es quizá otro resultado de la misma accion; solamente que este habria llegado á su mayor grado de intensidad, y producido la roca por fusion; de esta manera se explicaria fácilmente el paso del granito al gneiss.

Si se consideran, pues, en su conjunto las diferentes observaciones que acabamos de recoger, á saber: las formas de estratificacion y la esquistosidad de las rocas metamórficas, su paso por una parte á las capas fosilíferas, y por otra á las formaciones plutónicas, así como las conversiones incontestables ocurridas en la inmediacion del granito, se tiene derecho de afirmar que el gneiss y el micasquisto no son otra cosa sino gres micáceos y arcillas alteradas, que el cuarzo en roca ha debido proceder de gres silíceos, y que el cuarzo granugiento ha resultado quizá de los mismos materiales. El esquisto arcilloso es una arcilla alterada, y el mármol sacaroideo fue primero una caliza ordinaria llena de conchas y corales y mas tarde transformada; en fin, las arenas y margalizas han sido transformadas en calizas impuras cristalinas.

«El esquisto anfibólico, dice el doctor Mac-Culloch, parece haber sido simplemente una arcilla, porque se observan arcillas ó arcillas esquistosas convertidas por el Trapp en Lidiana, sustancia que no difiere apenas del esquisto anfibólico mas que por la compacidad y la uniformidad de testuras. En la isla Shetland, observa el mismo autor, el esquisto arcilloso en contacto del granito, es á veces transformado en esquisto anfibólico; el esquisto se ha hecho en un principio silíceo y despues al contacto inmediato, ha resultado un verdadero esquisto de hornblenda.»

El antracito y el grafito, que encierran á veces las rocas hipógenas, sin duda han sido en otro tiempo hulla, porque esta como hemos observado se convierte en antracito no solamente en la inmediacion de ciertos diques trapeanos, sino aun lejos del contacto de las rocas ígneas en la region dislocada de los Apalaches. En Worcester, á 72 quilómetros Oeste de Boston, en el Estado de Massachusets, existe un lecho de plombagina (grafito) y de antracito impuro alternando con el micasquisto. Este lecho mide unos 0m60 de espesor; se le ha explotado á la vez para sacar el combustible y para fabricar lápices. A la distancia de 48 quilómetros de la plombagina, se observa hácia los confines de Rhode Island, un antracito impuro en placas que contiene impresiones de plantas hullíferas de los géneros *Pecopteris*, *Nevropteris*, *Calamite*, etc. Este mineral por su carácter ocupa el medio entre el antracito de Pensilvania y la plombagina de Worcester, en la cual las materias gaseosas ó volátiles (oxígeno, hidrógeno y ázoe) estan respecto al carbono en la proporcion de 3 á 100. Lyell ha recorrido la comarca siguiendo diversas direcciones, y ha adquirido la certeza de que los esquistos carboníferos de antracito y plantas que muchas veces en Rhode Island, pasan al micasquisto, han adquirido en Worcester una testura completamente cristalina y metamórfica; el antracito ha sido parcialmente transformado en esta especie de carbon puro que se llama plombagina ó grafito.

Segun Delesse los minerales de caliza hipógena varian segun el grado de metamorfismo que la roca ha sufrido; por ejemplo, cuando la estructura no es mas que ligeramente cristalina, el talco, la clorita, la serpentina, la andalusita y la distena (Kyanita) dominan; pero si la testura es cristalina de una manera mas pronunciada, se observan mas particularmente en la masa las especies granate, hornblenda, wollastonita, dipyra, conzeranita y algunas otras; finalmente, en los casos en que la roca es completamente cristalina, se observan ademas de varios de los minerales anteriores la mica y el felspato, refiriéndose este último sobre todo á las variedades mas ricas en álcali. El mismo autor añade: Como los depósitos calizos contienen habitualmente arcilla aluminosa, se puede naturalmente esperar encontrar silicatos de alúmina en estas rocas cuando son cristalinas; esto es efectivamente lo que se verifica con mucha frecuencia, y á veces tambien se encuentra alúmina pura cristalizada bajo la forma de corindon. Dana piensa que el ácido fosfórico del fosfato de cal y el fluor del espato fluor, indicados tan frecuentemente por la análisis en las calizas cristalinas, proceden de restos de moluscos y de otros animales; del mismo modo el grafito que es carbono puro en forma cristalina, con ó sin mezcla de alúmina, cal ó hierro, procederia de restos vegetales sepultados en una ganga primitiva.

Fundándose en la ausencia total de todo indicio de fósiles en el seno de las capas cristalinas, algunos geólogos han atribuido el orígen de estas capas á un período anterior á la existencia de los seres organizados. En las formaciones posteriores á la creacion de los seres, se puede admitir, dicen, la destruccion de los fósiles por la accion plutónica; pero ¿no se deberan descubrir mas frecuentemente sus despojos al través de ciertos sistemas antiguos de esquistos que, por ejemplo en el Cumberland, contienen conglomeratos? Pero razonando así estos geólogos, parecen haber olvidado que existen estratificaciones de una potencia enorme y de edades diferentes, algunas muy modernas, y todas producidas despues de la aparicion de

los seres vivos sobre la tierra, las cuales sin embargo en ciertos distritos se hallan completamente desprovistas de vestigios de cuerpos organizados. En algunas de ellas, los fósiles han sido borrados por el agua y los ácidos en varias épocas sucesivas; es claro entonces que en la capa mas antigua es donde hay menos probabilidad de encontrar fósiles, aun suponiendo que esta capa haya escapado á toda accion metamórfica.

Se ha objetado tambien á la teoría del metamorfismo, que la composicion química de los estratos secundarios, se diferencia esencialmente de la de los esquistos cristalinos que habrian resultado de su transformacion. Los esquistos primarios se ha dicho, contienen habitualmente una proporcion considerable de potasa ó de sosa, que no han podido darles las arcillas secundarias y los esquistos, siendo estos últimos el resultado de la descomposicion de rocas feldspáticas de las cuales la materia alcalina se ha separado durante los progresos de la descomposicion. Pero este razonamiento se apoya en una base poco fundada y engañosa, porque un gran número de variedades de rocas que hay la costumbre de llamar esquisto, marga. arcilla, esquisto arcilloso y arcilla esquistosa, contienen cierta proporcion de álcali, y aun algunas veces una cantidad considerable; de tal manera, que es difícil en muchos paises encontrar arcilla ó esquisto arcilloso bastante libres de elementos alcalinos para poder usarse en alfarería.

Las arcillas y esquistos arcillosos del Viejo Gres Rojo, en el Forfarshire y en otras partes de la Escocia, se hallan tan cargadas de álcali procedente de feldspato triturado, que frecuentemente (en lugar de endurecerse al fuego, se funden en vidrio. No contienen cal, sino que parecen compuestos de granos muy finos de diferentes elementos del granito, que se distinguen en medio de las variedades mas groseras y de la mayor parte de los gres que alternan con estas últimas. Estas arcillas y esquistos arcillosos hojosos, se parecerian ciertamente por la composicion si cristalizaran á varias de las capas primarias.

Existe tambien potasa en los restos de vegetales fósiles, y sosa en las sales de que los estratos se hallan á veces muy impregnados en Patagonia. En fin, análisis recientes han demostrado que las capas carboníferas en Inglaterra, los Silurianos Superior é Inferior en el Este del Canadá, y los esquistos arcillosos en Noruega, contienen tanto álcali como las rocas metamórficas en general.

Otra objecion se ha deducido de la alternativa de capas muy cristalinas con otras que lo eran menos. El calor, se ha dicho, en su movimiento ascensional, debe haber atravesado los esquistos menos alterados antes de llegar á los lechos que son hoy los mas cristalinos. Para responder á esta objecion, diremos primero, que un cierto número de hiladas muy diferentes una de otra por su composicion y que acabarán de ser sometidas á una intensidad igual de calor, no mostraran segun toda probabilidad el mismo grado de fusibilidad relativa. Las unas por ejemplo, contendran potasa, sosa, cal ú otros elementos capaces de obrar como flujo; otras estaran desprovistas de estos mismos elementos, y por consiguiente se mostraran tan refractarias, que seran muy poco afectadas por la cantidad de calórico suficiente para reducir otras rocas al estado de semi-fusion. Tampoco debe perderse de vista, que en tesis general, las masas menos cristalinas se encontraran mas bien en las parte superior, y las mas cristalinas al nivel inferior de cada serie metamórfica.

Ademas, el metamorfismo ha debido frecuentemente ejercer su fuerza mucho tiempo despues de que las capas hubieran adquirido su posicion vertical; del mismo modo puede obrar hoy en una esfera mas reducida, y continuar su influencia sobre los nuevos lechos, así como sobre los antiguos. Para probar la conversion parcial en gneiss de ciertas porciones de capas muy inclinadas, citaremos la Memoria de Murchison sobre la estructura de los Alpes. Esquistos que se designan en el país con el nombre de *Frichs*, y que se hallan sobrepuestos á la caliza nummulítica de edad Eócena, y ademas de estos esquistos algunas listas arenáceas y otras calizas, alternan un gran número de veces con hiladas de roca granitoidea análoga por sus caracteres al gneiss. En este caso particular, el calor, ó el vapor, ó el agua á una temperatura sumamente elevada, han atravesado quizá las capas mas permeables, y las han alterado hasta el punto de determinar un movimiento interior y una nueva disposicion de moléculas; las capas adyacentes no han dado paso á los mismos agentes, ó si les han dejado el camino libre, por lo menos no han sufrido su influencia; no contenian materiales tan fusibles. Cualquiera que sea la hipótesis que se adopte, los fenómenos nos establecen incontestablemente la posibilidad del desarrollo de la estructura metamórfica en un depósito terciario siguiendo las junturas paralelas á la estratificacion.

Que este paralelismo sea la regla, ó que no se deba aceptar sino como una excepcion para el gneiss y para el micasquito ú otras formaciones de la misma familia, es una cuestion importante que trataremos detalladamente en el capítulo inmediato.

CAPITULO XXXVI.

ORÍGEN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

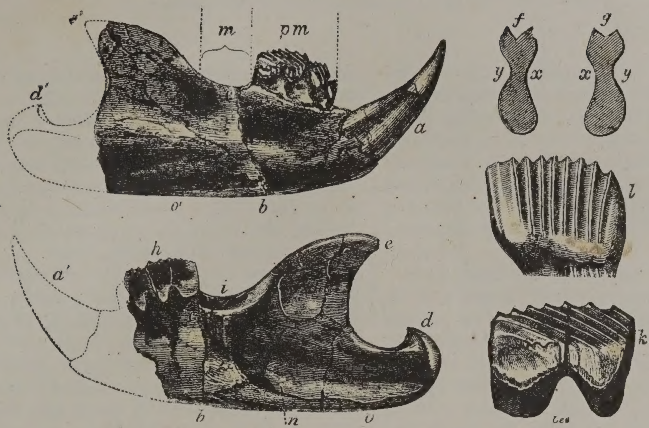
(*Continuacion.*)

Hemos visto ya que se han ejercido frecuentemente fuerzas cristalinas de gran intensidad sobre capas sedimentarias y fosfóricas mucho tiempo despues de su consolidacion, naturalmente se preguntará aquí si los minerales componentes de las rocas alteradas se disponen habitualmente en un sentido paralelo á los planos originales de estratificacion, ó bien si despues de la cristalizacion han tomado mas ordinariamente otra posicion.

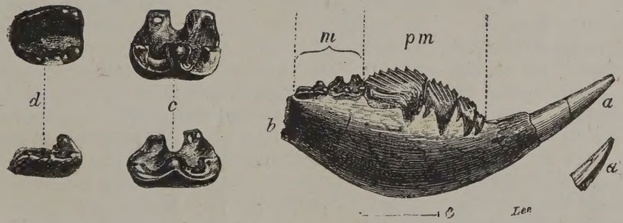
Para comprender mejor todo el alcance de esta cuestion, conviene aprender primero á distinguir bien las palabras *exfoliacion y division en hojas*. Se cuentan cuatro géneros distintos de estructura de las rocas á saber: la estratificacion, las junturas, la exfoliacion esquistosa (esquistosidad), y las hojas; estos cuatro géneros exigen nombres particulares aunque en ciertos casos, aun despues del estudio mas atento, sea imposible decir á qué clase pertenece cada uno de ellos.

El profesor Sedgwick, cuyo ensayo sobre la estructura de grandes masas minerales ha derramado mucha luz sobre este oscuro asunto, establece que las *junturas* se distinguen de las líneas de *exfoliacion esquistosa* en que una roca que interviene entre dos junturas, no presenta tendencia á exfoliarse en una direccion paralela á los planos de estas, mientras que es susceptible de subdivisiones hasta lo infinito en el sentido de su exfoliacion esquistosa particular. En algunos casos en que las capas son curvas, los planos de exfoliacion se muestran aun perfectamente paralelos. Un ejemplo se observa en las rocas esquistosas de una parte de las Gales; estas rocas consisten en un esquisto duro y verdoso. El verdadero sentido de las capas de esta localidad, está indicado por un gran número de fajas paralelas, unas mas oscuras y otras mas claras que el tinte general de la masa. Estas fajas concuerdan con los verdaderos planos de estratificacion donde quiera que estos se manifiestan en ondulaciones ó lechos que contienen cuerpos orgánicos particulares. Algunas de estas capas contorneadas, presentan una estructura mecánica grosera, y alternan con esquistos cloríticos cristalinos de granos fi-

561



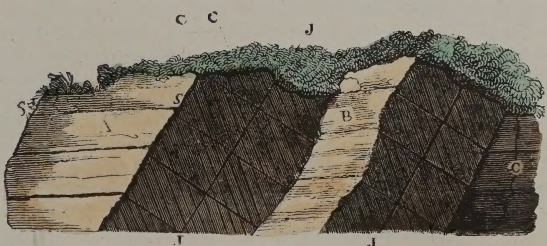
562



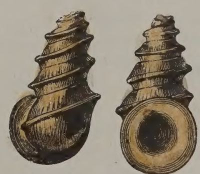
565



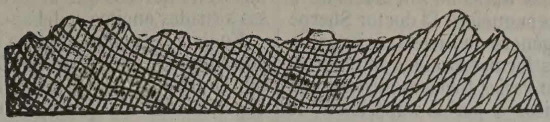
560



564



560. Estratificacion, junturas y exfoliacion.—561. *Plagiaulax Becklesii.* Las dos figuras representan la rama derecha de una mandíbula inferior, visible en cada una de sus caras; en la placa que la contiene los caracteres reunidos de estas dos caras permiten restaurar completamente la mandíbula. *Figura superior (cara externa) a, b, c'.* Rama derecha de la mandíbula inferior, de tamaño doble del natural; *a, b.* Lado externo; *b, o', d', e'.* Impresion del lado interno; *a.* Incisivo; *b, c.* Señal de fractura vertical detrás de los premolares; *d'.* Impresion de cóndilo sobre la piedra que constituye la ganga; *e.* Impresion del vértice de la apófisis coronoides; *f.* Corte de la pieza anterior de la mandíbula, siguiendo la fractura *b, c; x.* Superficie interna; *y.* Superficie externa; *g.* Corte de la porción posterior cerca de *b, c; x.* Superficie interna; *y.* Superficie externa; *o*, Interrupcion del pliegue del borde interno, engastado en la ganga; *m*, Alveolos de dos molares; *p, m* Tres premolares, el tercero y último hendido. *Figura inferior (cara interna), a', d.* La misma porcion de mandíbula inferior en la cara opuesta de la piedra; *b, d, e* Cara interna; *b, a' h.* Molde é impresion de la cara externa; *a'.* Contorno restaurado del incisivo; *b, c.* Línea de fractura vertical; *d.* Cóndilo; *e.* Apófisis coronoides; *h.* Impresion de tres premolares en la ganga; *i.* Alveolos vacios de dos premolares; *n.* Orificio del canal dentario; *o.* Indicacion del pliegue alzado y doblado del borde posterior interno; *k.* El tercero ó el mas grueso premolar, cinco veces y media su tamaño natural, presentando los siete surcos en diagonal; *l.* Premolar correspondiente en el *Hypsiprymnus Gaimardi* vivo de Australia, mostrando los siete surcos verticales y aumentado tres veces y media de su tamaño.—562. *Plagiaulax minor*, aumentado cuatro veces su tamaño; *a, b.* Rama derecha de la mandíbula inferior con todos sus dientes, aumentada cuatro veces; *a.* Incisivo, cuya punta está rota; *a'.* Impresion del incisivo que demuestra que por la parte interna, cerca del extremo, tenia un surco longitudinal; *b.* Afloramiento del coronoides; el resto falta; *m.* Los dos verdaderos molares; *p, m.* Los cuatro premolares; *c.* El primer premolar, de ocho veces su volúmen; *d.* Segundo molar, corona y perfil; *e.* Línea recta que indica la longitud de la mandíbula de tamaño natural.—564. *Scoliostoma*, de Saint-Cassian.—565. *Platystoma Suessii*, de Hallstatt.



Planos paralelos de exfoliacion que cortan capas encorvadas.

nos; entonces la misma exfoliacion esquistosa atraviesa los lechos mas groseros como los mas finos, con tanta mas limpieza cuanto mas ténues y homogéneos son los materiales que componen la roca. Solo en el caso de elementos enteramente groseros, los planos de exfoliacion desaparecen completamente. Estos planos se inclinan de ordinario en un ángulo muy agudo relativamente al de las capas. En los Welsh (colinas asi llamadas), el valor medio de la incidencia, es apenas 30 ó 40 grados. Algunas veces los planos de exfoliacion se inclinan hácia el mismo punto de la brújula que los de estratificacion; pero mas frecuentemente es en direcciones opuestas. Se puede establecer la regla general siguiente: cuando lechos de materiales groseros alternan con otros lechos compuestos de partículas mas finas, la exfoliacion esquistosa se encuentra limitada á estos últimos, ó no se manifiesta sino imperfectamente en los primeros. Y esta regla es verdadera, ya sea la exfoliacion paralela ó no á los planos de estratificacion.

En cuanto á las *junturas*, son hendiduras naturales que frecuentemente atraviesan las rocas en líneas rectas y perfectamente marcadas. Ofrecen al cantero, como lo observa Murchison, hablando del fenómeno tal como se presenta en el Sheropshire y en los condados inmediatos, ofrece decimos, el mas útil socorro al minero para conducir la extraccion de los peñascos, y si un número suficiente de junturas se cruzan unas á otras, la masa entera de la roca se separa en porciones simétricas. Las caras de las junturas son igualmente mas unidas y mas regulares que las de los verdaderos estratos. Las junturas son hendiduras estrechas frecuentemente un poco abiertas que pasan en su mayor parte no solo al través de depósitos sucesivos estratificados, sino que tambien dividen masas redondeadas de caliza ó de otras materias que se han formado por via de concrecion posteriormente á la acumulacion de las capas. Las junturas por consecuencia se han producido probablemente por efecto de uno de los últimos cambios que debieron sufrir los depósitos sedimentarios.

En el diagrama (fig. 560), las superficies planas A, B, C representan porciones expuestas de junturas, á las cuales son paralelas las caras de otras junturas J, J; S, S son las líneas de estratificacion; D, D las de exfoliacion esquistosa que cortan en ángulo agudo los planos de estratificacion.

En los Alpes de la Saboya y de la Suiza, como lo ha observado Bakewell, se ven estrechas soluciones de continuidad casi verticales que cortan regularmente grandes masas calizas; las junturas son allí á veces mucho mas sensibles que las divisiones de la estratificacion, y un geólogo poco experimentado las confunde casi inevitablemente; supone que las capas son perpendiculares, en puntos en que no obstante se dirigen casi horizontalmente.

Ahora bien, se ha creido ver en estas junturas divisiones análogas á las que separan las rocas volcánicas y plutónicas en masas prismáticas ó cuboideas. Se observa en pequeña escala, que la arcilla ó el almidon se dividen al secarse en formas parecidas; la causa es debida frecuentemente á una simple contraccion, ya proceda de la evaporacion del agua, ya dependa de un cambio de temperatura. Un hecho hay perfectamente conocido, y es, que diferentes gres y otras rocas, se dilatan bajo la influencia de una elevacion moderada de temperatura, y despues se contraen por el enfriamiento; sin duda alguna tambien, grandes porciones de la costra terrestre, han sido sometidas durante el curso de las edades á condiciones muy variables de calor y de frio. Estas alternativas de temperatura han contribuido probablemente, en grandes proporciones, á la produccion de junturas al través de las rocas.

En algunas comarcas, por ejemplo en Sajonia, donde las masas de basalto reposan sobre el gres, la roca acuosa ha tomado hasta alguna distancia de varios centímetros partiendo del punto de union, una estructura columnaria semejante á la del trapp. Del mismo modo ciertas masas expuestas al calor de un horno; pero sin esperar el punto de fusion, no han dejado de volverse prismáticas. Algunos cristales adquieren tambien, bajo la influencia del calor, otra disposicion molecular; se exfolian en una nueva direccion, permaneciendo su forma exterior la misma.

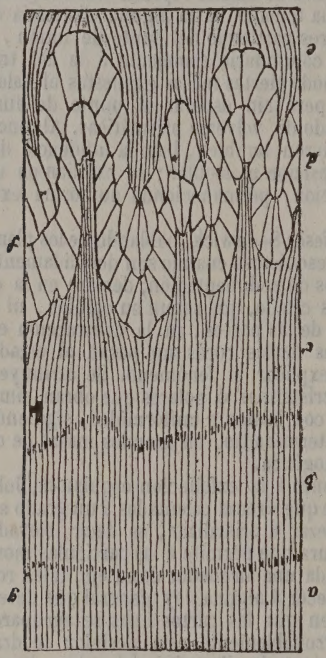
El profesor Sedgwick, hablando de los planos de exfoliacion esquistosa cuando son decididamente distintos de los de sedimentacion, declara en la obra que ya hemos citado, que segun su opinion, ni el encogimiento de las partes, ni la contraccion en las dimensiones de las rocas que pasan al estado sólido, pueden explicar el fenómeno. Se atribuye, pues, á fuerzas cristalinas ó polares que obran simultáneamente y con bastante uniformidad, siguiendo direcciones determinadas, en grandes masas de composicion homogénea.

En cuanto á la exfoliacion esquistosa, John Herschell cree que «rocas calentadas á un grado suficiente para empezar á cristalizar, es decir, elevadas á una temperatura que permite á las partículas moverse, al menos cada una alrededor de su eje, tales rocas deben obedecer á alguna ley general que determine la posicion en que las partes finas se agruparon al enfriarse. Probablemente esta posicion tendrá ciertas relaciones con la direccion del calor. Ahora bien, cuando todas ó casi todas las moléculas de una misma naturaleza manifiesten una tendencia general á una disposicion de este género, debe tener orígen un sentido particular de exfoliacion. Asi es como vemos cristales infinitamente pequeños recientemente precipitados de sulfato de barita ó de otras disoluciones análogas, disponerse ellos mismos en el seno del fluido que les ha servido de vehículo; cuando despues se agita el depósito, se ven todos estos cristales brillar siguiendo una misma direccion paralela; parecen filamentos sedosos. Ciertas clases de jabones de margaratos insolubles presentan el mismo fenómeno en el agua. Ahora bien, lo que nos ofrecen nuestros experimentos en pequeño debe igualmente reproducirse en la naturaleza en mayor escala.

Segun las observaciones del profesor Phillips, conchas y trilobitos fósiles, en el seno de ciertas rocas esquistosas, habrian sido muy desfigurados en cuanto á sus contornos y torcidos en muchas direcciones. Este cambio, añade el mismo autor, parece haber resultado de un movimiento que ha extendido las partículas de la roca á lo largo de los planos de exfoliacion; su direccion es siempre uniforme en una misma localidad, y se puede en algunos casos medir la

extension de la deformacion que llega hasta 6 y aun 12 milímetros. Las conchas duras no son afectadas á no ser únicamente las mas pequeñas. El doctor Sharpe prosiguiendo el mismo género de investigaciones ha llegado á afirmar que las formas torcidas actuales de las conchas, en medio de varias rocas esquistosas en Inglaterra, pueden explicarse por la suposicion de que estas rocas habrian sufrido una presion perpendicular á los planos de exfoliacion y una expansion correspondiente en el sentido de inclinacion del mismo género de division.

Mas recientemente Sorby ha demostrado hasta qué punto es aplicable esta teoría mecánica á las rocas esquistosas de la Galles del Norte y del Devonshire, distritos en que se encuentran numerosas ocasiones de verificar y medir la extension de los cambios, comparando los diferentes efectos que ha producido la presion sobre lechos alternativos de materiales mas finos ó mas gruesos. Se verá, por ejemplo en la presente figura que el lecho arenoso *d f*, cuya resistencia fue enérgica, ha sido sin embargo retorcido en ángulos muy agudos, mientras que las capas de grano fino *a*, *b*, *c* han permanecido comparativamente intactas. Los puntos *d* y *f* de la capa *d f* han debido hallarse en un principio cuatro veces mas separados que lo que estan hoy. Han sido, pues, fuertemente impelidos uno contra otro, parte por el doblegamiento, y parte por la prolongacion, siguiendo la direccion de lo que puede llamarse los ejes mas largos de torsion y tambien hasta cierto punto por la condensacion. El resultado principal procede del doblegamiento; pero como prueba de la prolongacion, haremos observar que el espesor del lecho *d f* es hoy unas cuatro veces mayor en las porciones que siguen la direccion principal de las flexiones que en las perpendiculares á esta direccion, y el mismo lecho presenta planos de exfoliacion paralelos en el sentido del movimiento mas considerable, aunque estos planos sean mucho menos numerosos que al través de las capas esquistosas situadas encima y debajo.



Corte vertical de esquistos en las quebradas de las cercanías de Ilfracombe, en el Septentrional.

a, *b*, *c*, *e*, Esquistos finos, cuya estratificacion se distingue en parte por tintas mas claras ó mas oscuras, y en parte por grados diferentes de finura en los granos. *d*. *f*. Esquisto arenoso, de granos mas gruesos, ligeramente coloreado, con exfoliacion menos distinta.

Encima del lecho arenoso *d f* la capa *c* se halla un poco alterada, mientras que *b* lo está menos y *a* nada. Sin embargo, todas estas hiladas *c*, *b*, *a*, han debido experimentar una presion tan fuerte como *d*, puesto que los puntos *a*, *g* se hallan tan próximos uno á otro como *d*, *f*. Los mismos fenómenos se repiten con los lechos situados debajo de *d* como hubiera podido demostrarse prolongando el corte hasta mas abajo. Parece pues que las hiladas de estructura mas fina se han reducido á una cuarta parte del espacio que ocupaban anteriormente; tal resultado debe atribuirse, en primer lugar á la condensacion ó aproximacion de sus partículas mas pequeñas, que explica el pesor específico mucho mayor de estos esquistos; este resultado se debe ademas á la prolongacion verificada siguiendo la línea de exfoliacion, cuya direccion general es perpendicular á la de presion. «Estos casos y otros varios en el Devon septentrional, dice Sorby, son análogos á lo que sucederia si se suspendiera una tira de papel en el seno de una materia plástica y despues se alteráran las relaciones y el valor de los diámetros de esta materia: comprimido el todo en la direccion de la longitud de la tira de papel, esta se doblaria ó se torceria, mientras que la materia plástica cambiaria de dimensiones sin experimentar las mismas torceduras, y la diferencia de distancia entre los extremos del papel, medida en línea recta ó diagonal, indicaria el cambio que habrian sufrido los diámetros de la materia plástica.»

El geólogo principiante comprenderá con facilidad cuándo la forma de un fósil, de un cristal, ó de una concrecion esferoidea ha sido modificada por la influencia de una presion lateral, que los contornos exteriores nuevamente adquiridos sean diferentes segun hayan cedido á una ó varias direcciones: se han prolongado solo en el sentido en que se inclina la exfoliacion, ó han obedecido á un impulso perpendicular á esta inclinacion; finalmente, en algunos casos los dos movimientos han obrado á la vez. Por medio del exámen de cristales muy pequeños con ayuda del microscopio y de otras observaciones demasiado minuciosas para enumerarse aquí en detalle, Sorby ha llegado á deducir, que la condensacion absoluta de las rocas esquistosas puede llegar por término medio hasta la mitad próximamente de su volúmen primitivo. Esta disminucion debe atribuirse sobre todo á la aproximacion de las partículas; por efecto de esta aproximacion han desaparecido los vacíos que existian cuando las moléculas se hallaban en simple contacto. En último lugar la modificacion se debe sin duda á la prolongacion que ha producido la exfoliacion esquistosa.

Casi siempre las pajillas de mica en ciertos esquistos se hallan, segun el estudio que ha hecho de ellas Sorby, dispuestas en el sentido de exfoliacion: mientras que en cualquier otra roca semejante; pero que no se divide de este modo, las laminillas micáceas no presentan el mismo género de direccion. ¿Su posicion en medio de los esquistos no ha sido determinada por el movimiento de prolongacion de que hemos hablado en otra parte? Para responder á esta pregunta Sorby imaginó un experimento: mezcló algunas laminillas de óxido de hierro con tierra de pipas blanda, cuidando de hacerles inclinarse en todas direcciones. En seguida modificó artificialmente las dimensiones de la masa en cantidad igual á la indicada por cambios análogos en las rocas esquistosas; despues secó la tierra de pipas y la calcinó. Hecha esta última operacion y habiendo intentado producir una superficie plana perpendicular á la presion y dirigida en el sentido de la línea de prolongacion, observó que las partículas se habian dispuesto de la

misma manera que en los esquistos de la naturaleza, y que la masa habia adquirido la facilidad de dividirse en hojas delgadas y planas en el sentido de la exfoliacion, mientras que no cedia en un sentido perpendicular á esta. Este experimento nos autoriza á admitir que la divisibilidad laminar del basalto, del traquito y aun de algunas variedades de gneiss, asi como de ciertos granitos, es debida á una causa mecánica, á un movimiento que se verificaria despues del desarrollo de cristales en el seno de la masa pastosa.

Scrope, en su descripcion de las islas Ponza, atribuye la estructura listada de la perlita de Hungría (traquito semivítreo), al aplanamiento que esta lava habia sufrido obedeciendo á la ley su de propia pesantez, á lo largo de un plano ligeramente inclinado, cuando se hallaba todavía en un estado de fluidez imperfecto. En las islas Ponza y Palmarola la direccion de las zonas es mas frecuentemente vertical que horizontal, porque la masa ha sido impelida de abajo arriba. Darwin atribuye tambien la estructura laminal y foliácea de diferentes rocas volcánicas de la serie traquítica, comprendiendo ciertas obsidianas de la Ascension (Méjico) y otras localidades, movimientos que las dispondrian en forma de hojas cuando se hallaban aun líquidas. Las zonas consisten algunas veces en fajas pequeñas de celdillas estriadas y prolongadas en la direccion supuesta de la masa en movimiento. Compara esta division en zonas paralelas, que se ha producido asi por la extension de una masa pastosa, corriendo lentamente hácia abajo, á la estructura zonada ó listada de una nevera, que el profesor James Forbes ha explicado tan hábilmente por el resquebrajamiento de un cuerpo viscoso en progresion.

Cualquiera que sea la causa del fenómeno, el resultado, añade Darwin, no es menos digno de la atencion de los geólogos; en una roca volcánica de la serie traquítica, en la Ascension, se ven muchas veces fajas de una tenuidad extremada, delgadas, por decirlo asi, como hojas de papel, y de diferentes colores, alternar entre sí un número infinito de veces, algunas compuestas de cristales de cuarzo y de dipside (variedad de piroxena), otras salpicadas de manchitas negras augíticas, con granillos de óxido de hierro, y otras, en fin, llenas de feldspato cristalino. Es de suponer, en semejante caso, que la fuerza de cristalizacion se ejerció mas libremente siguiendo la direccion de los planos de exfoliacion que se produjeron cuando la masa pastora se extendió, ya porque los vapores contenidos pudieron salir al través de hendiduras pequeñas, ya porque las menores moléculas se hallaron menos oprimidas en su movimiento á lo largo de los planos de menor tension, ya en fin, por otras razones aun no explicadas.

Darwin, despues de un estudio detenido de las rocas cristalinas de la América meridional, hecho en 1835, ha propuesto el nombre de *foliacion* para indicar la divisibilidad en láminas ó placas de los gneiss, micasquisto y otras rocas semejantes. La palabra exfoliacion, observa este geólogo debe aplicarse á esos planos divisionarios que hacen á una masa foliácea, aun cuando á la vista parece completamente homogénea ó poco menos. Se debe emplear la expresion de hojas para designar esas listas ó placas alternativas de naturaleza mineral variada de que se componen los gneiss y diferentes rocas metamórficas. Los planos de exfoliacion del esquisto arcilloso de la Tierra del Fuego y de Chile, conservan una direccion uniforme en extensiones de algunos centenares de quilómetros, en comarcas donde son enteramente distintos de la estratificacion. En los mismos paises los planos de las hojas del micasquisto y del gneiss, son paralelos á la exfoliacion del esquisto arcilloso, de lo cual podria á primera vista deducirse que alguna causa comun sin relacion alguna con la sedimentacion, ha impreso la exfoliacion á uno de los grupos de rocas, y la foliacion al otro grupo. Pero semejante deduccion no podria adoptarse legítimamente sino para los casos raros en que se puede probar por un corte continuo que no solo la direccion, sino tambien la inclinacion de la exfoliacion esquistosa por una parte y de las hojas por otra, coinciden de una manera absoluta; es necesario ademas la condicion de que la exfoliacion no sea paralela á la estratificacion de la roca esquistosa. En algunos ejemplos citados por Darwin, y observados en la Tierra del Fuego, en las islas Chonos y en la Plata, la uniformidad de inclinacion de la exfoliacion esquistosa y de la foliacion, es tan completa, que indudablemente viene en apoyo de la opinion de que tratamos. Pero es prudente precaverse contra el error siguiendo esta larga cadena de razonamientos. Hay un hecho incontestable, y es, que en la América meridional, como en otros paises, la direccion de exfoliacion del esquisto arcilloso concuerda con el eje de elevacion de esta roca en los mismos distritos. De aquí se sigue, que las *hojas* de los gneiss, micasquisto, caliza y otras rocas cristalinas, y aun los de las hojas que no coinciden sino ligeramente con los planos de estratificacion primitiva, corren en el sentido de la exfoliacion esquistosa; en efecto, las verdaderas capas se inclinan siempre en ángulo recto respecto al eje de elevacion, y le son paralelas en direccion. No se puede, por consiguiente, sacar de la uniformidad de las rocas esquistosas y foliáceas prueba alguna en favor de un orígen comun: es necesaria ademas la coincidencia de inclinacion; ahora bien, es tan variable la inclinacion de los esquistos y de las hojas, que este género de prueba es difícil de obtener.

Keilhau ha anunciado hace mucho tiempo, que las hojas de los esquistos cristalinos en Noruega, concuerdan generalmente con los planos originales de estratificacion. Repetidas observaciones hechas por David Forbes en el mismo país (probablemente el mas clásico de Europa para el estudio de ese género de fenómenos en grande escala), han confirmado la opinion de Keilhau; la inclinacion de las hiladas silurianas y fosilíferas en los puntos en que pasan á las capas metamórficas, concuerda con la foliacion de los gneiss, micasquisto y caliza cristalina que les son antiguos. Del mismo modo tambien en Escocia, el doctor Forbes ha señalado un caso notable en que el sentido de la division en hojas corresponde enteramente á las líneas de estratificacion de las rocas; se observa este caso no lejos de Crianlorich, en el camino que conduce á Tyndrum, á unos 12 quilómetros de Inverarnon, en el condado de Perth. La misma localidad presenta una caliza azul, que forma hojas debidas á algunas pajillas de mica blanca, y muchas veces es difícil distinguir la roca por su aspecto de un gneiss ó de un micasquisto. La estratificacion se compone de lechos gruesos y fajas coloreadas de caliza, inclinándose el todo, lo mismo que las hojas, en un ángulo de 35 grados hácia el Nordeste.

En las formaciones estratificadas de cada edad, existen fajas de arena penetradas ó desprovistas de mica, que alternan con arcilla, fragmentos de conchas y de corales ó venas delgadas de materia vegetal; se puede suponer que la atraccion mutua de tales partículas, ha favorecido la cristalizacion del cuarzo, de la mica, del feldspato ó del carbonato de cal, mas bien á lo largo de los planos de acumulacion original, que siguiendo los otros que forman ángulos de 20 ó 40 grados con el sentido de la estratificacion.

Darwin ha observado en Patagonia, que ciertas fajas delgadas sedimentarias, se han vuelto porfídicas, á pesar de que primitivamente apenas estaban alteradas, lo cual se ha debido á un sistema particular de agregacion; nidos pequeños de arcilla, parece que se han condensado de manera que han adquirido casi la forma de concreciones, y estas

en los puntos en que la modificacion ha avanzado mas, se han convertido en cristales de feldspato con sus ejes paralelos unos á otros. En el seno de otras capas, asociadas á las anteriores partículas silíceas, han sufrido aproximaciones semejantes para dar lugar á nódulos de cuarzo hialino.

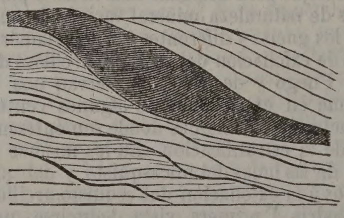
No hay, pues, error en suponer, que al través de las rocas desprovistas de exfoliacion, las hojas y planos de estratificacion coincidiran habitualmente, y que lo mismo sucederá en todos los casos en que las exfoliaciones concuerden con las pinturas originales de sedimentacion; por ejemplo, en el de los esquistos gráficos de fucoides del Niessen, sobre el lago Thoune en Suiza. Darwin admite que la disposicion foliácea representa el resultado extremo del procedimiento, cuyo primer efecto es la exfoliacion, ó que la fuerza de cristalizacion ha sido muy enérgica siguiendo la direccion de la exfoliacion. Razonando con arreglo á esta hipótesis, el autor añade: «Me ha sorprendido vivamente en las partes orientales de la Tierra del Fuego, el hecho de que láminas delgadas del esquisto arcilloso, en los puntos en que cortan exactamente las fajas de estratificacion, y son asi incontestablemente verdaderos planos de estratificacion, se diferencian ligeramente una de otra por tintas agrisadas y verdosas, por su compacidad y el aspecto mas jaspeado de algunas de ellas. Este hecho demuestra que la misma causa, por la cual se ha producido la estructura muy foliácea, ha alterado tambien muy ligeramente el carácter mineral de la roca á lo largo de los mismos planos.» Como otra prueba del paso de los planos de exfoliacion á los de hojas, el profesor Sedgwick nos enseña que en la Gales del Norte, superficies de esquisto se hallan algunas veces encostradas de clorita, cuyos cristales no solamente han dibujado los planos de exfoliacion, sino que se han esparcido al través de la masa entera de la roca. Del mismo modo, dice Darwin, en algunas localidades de la América meridional, se ven cristales de epidoto y de mica que tapizan los planos de exfoliacion.

El doctor Sharpe ha creido poder afirmar, por las observaciones que ha hecho en los Highlands de Escocia, en 1851, que las hojas del gneiss y del micasquisto, son esencialmente paralelas unas á otras, pero no tienen relacion alguna con los planos primitivos de estratificacion; admite, ademas, que los planos aun mismo tiempo de exfoliacion y foliacion de las rocas de los Grampianos y de la region del Monte Blanco en Suiza (que ha examinado en 1854), son porciones de grandes curvas ó ejes anticlinales de una notable regularidad. Del mismo modo, en la América del Sur, los planos de exfoliacion del esquisto arcilloso, serian, segun Darwin, á pesar de sus variaciones y de sus prolongaciones opuestas, arcos de grandes curvas ó dobleces, cuyos puntos culminantes habrian sido desgastados y destruidos.

No hay segun creemos dificultad de imaginar que en las rocas de composicion *homogénea*, la foliacion puede haberse verificado siguiendo los planos en un principio determinados por la expansion de materiales á lo largo de la inclinacion de exfoliacion; porque geólogos experimentados han procurado inútilmente determinar en algunas comarcas, cual de los dos grupos de planos divisionarios debia referirse á la exfoliacion, y cual á la estratificacion. Despues de una duda prolongada, han concluido por distinguir, que en un principio habian confundido las líneas de exfoliacion con las de sedimentacion; en efecto, las primeras son mucho mas marcadas que las últimas. Ahora bien, si tales masas esquistosas se vuelven muy cristalinas y son convertidas en gneiss, esquisto anfibólico ó cualquier otro miembro de la clase hipógena, los planos de exfoliacion se haran mucho mas visibles que los de estratificacion. El profesor Henslow ha demostrado desde el año 1821, que la division laminar de los esquistos cloríticos y otros esquistos cristalinos en Anglesea, seguia aproximadamente los planos de estratificacion; el profesor Ramsay en 1841, ha hecho la misma observacion en cuanto al gneiss y al micasquisto de Arran. El geólogo que acabamos de citar en último lugar, opina que en Anglesea el metamorfismo se ha ejercido probablemente en la época en que los volcanes del Siluriano Inferior estaban en actividad, y por consiguiente mucho tiempo antes de la exfoliacion de las rocas de Welsh; en efecto, esta exfoliacion afecta á la vez las capas del Siluriano Inferior y del Cambriano. En la misma Memoria, el autor despues de haber recordado la teoría de Darwin sobre la *foliacion* añade: «Si las rocas no hubiesen sido exfoliables cuando el metamorfismo ejerció su influencia, los planos de foliacion se hicieron susceptibles de coincidir con los de estratificacion; pero si se determinó una exfoliacion muy pronunciada, los planos de las hojas debieron confundirse en paralelismo con los de exfoliacion.»

Por lo que se ha visto en los Grampianos, en los condados de Forlar y de Perth, Mac-Culloch tiene razon en clasificar el gneiss y el micasquito entre las rocas estratificadas, y considerar que ciertos lechos de cuarzo puro, de 30 á 60 centímetros de espesor, que se prolongan en quilómetros enteros siguiendo la direccion de sus hojas, indican planos de estratificacion original; la intercalacion de masas calizas y de esquistos cloríticos, actinolíticos ó anfibólicos en medio de las rocas anteriores, lleva el sello de un orígen semejante. Tambien puede admitirse completamente que las fajas alternativas de cuarzo ó de mica y cuarzo, de feldspato ó de mica y feldspato, de carbonato de cal etc., son mas distintas en ciertas rocas metamórficas que las fajas alternativas de muchos depósitos sedimentarios; se puede suponer que en el primer caso, partículas semejantes han ejercido una atraccion molecular unas sobre otras, y se han reunido en fajas mas distintas en composicion mineral que antes de la cristalizacion de las rocas.

Hemos visto hasta qué punto los planos originales de estratificacion podian alterarse y aun borrarse por la accion de concrecion al través de los depósitos que conservan aun sus fósiles, por ejemplo, en la caliza magnesiana. De aquí se originan errores cuando se trata de determinar si la foliacion concuerda ó no con la disposicion que imprime á todo depósito acuoso la gravitacion combinada con la accion de la corriente. Ademas, en la estratificacion de las rocas cristalinas no debe esperarse encontrar mucha regularidad. La presencia de masas enclavadas en el seno de las acumulaciones de arena gruesa y de cantos rodados, la division diagonal, las ondulaciones, la estratificacion discordante, los dobleces fantásticos producidos por la presion lateral, los fallos de diferentes anchuras, los diques de trapp, los cuerpos organizados de diferentes formas, y otras desigualdades en los planos de sedimentacion, en grande ó en pequeña escala, son otras tantas causas perturbadoras del paralelismo. Sin formas complexas y enigmáticas de este género, el metamorfismo no seria fácil de sostener.



Division laminar de esquisto arcilloso; montaña de Seguinat, cerca de Gavarnie, en los Pirineos.

En el diagrama adjunto se ha representado con cuidado la division laminar de un esquisto arcilloso grosero observado por Lyell hácia el año 1830 en los Pirineos. El esquisto se halla en parte en estado de pizarra verde y azul (tillada), y en parte en estado sumamente cuarzoso; el conjunto pasa inferiormente al micasquisto. El corte vertical que aquí se ve, mide unos 90 centímetros de altura, y ciertas fajas son en él tan delgadas, que se pueden contar hasta cincuenta en el espesor de 25 milímetros. Algunas son de cuarzo puro.

Se encontrará semejanza entre estos diferentes casos, y la division diagonal que hemos indicado en las rocas sedimentarias, aunque las fajas de cuarzo y de mica ó de feldspato y otros minerales sean mas distintas en las hojas alternativas que lo eran primitivamente.

Elias de Beaumont que considera la mayor parte de los gneiss y micasquistos de los Alpes como capas de sedimento alteradas por la accion plutónica, admite tambien que ciertos gneiss de la misma cordillera son productos de erupcion, ó en otros términos, especies de granitos salidos de las profundidades de la tierra que se habrian dispuesto en láminas paralelas á la manera de los traquitos de que hemos hablado.

Si se supone que una masa ha sido comprimida y prolongada siguiendo una direccion determinada, posteriormente al desarrollo de los cristales de mica, de talco ó de otros diversos minerales en pajillas pequeñas, quizá estas se habran dispuesto ellas mismas en planos paralelos á los de movimiento; un procedimiento de este género explicaria lo que los canteros llaman *el grano* en ciertos granitos (en Inglaterra), es decir, la tendencia de la roca á rajarse en un sentido mas bien que en otro. Pero en tesis general, el grado de fusion de los esquistos cristalinos no parece haber sido tal, que haya ocasionado un movimiento análogo al de la lava ó al del granito, y por esto las rocas de su clase no envian venas al través de las masas que las rodean. En el capítulo siguiente investigaremos los diferentes períodos á que se pueden referir los esquistos hipógenos y metamórficos, y examinaremos el por qué, durante tan largo tiempo, los geólogos les han considerado como dignos del nombre de *primitivos*.

CAPITULO XXXVII.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS METOMÓRFICAS.

Segun la teoría que vamos á adoptar en este capítulo, la edad de cada grupo de rocas volcánicas comprende dos divisiones: una durante la cual se han depositado estas rocas, y otra en que se han vuelto cristalinas. Rara vez se puede precisar con exactitud la fecha de cada una de estas divisiones, habiendo sido destruidos los fósiles por la accion plutónica, y siendo igual el carácter mineral á pesar de la edad. La superposicion misma es un carácter antiguo, sobre todo cuando se trata de determinar el período de cristalizacion. Supongamos por ejemplo, que las capas metamórficas de los Alpes, cubiertas de lechos cretáceos sean positivamente lias alterado, habrán adquirido su estructura cristalina durante el período cretáceo ó durante la era terciaria. Admitamos que sea en tiempo del depósito Eóceno; en este último caso la roca transformada deberá recibir el nombre de Eócena, tanto como roca metamórfica, mientras que verdaderamente es de edad liásiaca, y aun la superposicion de la creta no impedirá á la roca *metamórfica* subyacente ser Eócena.

Al tratar de la edad de las rocas plutónicas, hemos citado numerosos ejemplos de depósitos primarios, secundarios y terciarios convertidos en capas metamórficas cerca de su contacto con el granito. No puede dudarse en estos casos, que hiladas en otro tiempo compuestas de liano, arena y guijo ó de arcilla, marga y caliza conchífera, hayan sido transformadas hasta la distancia de algunos metros y á veces en centenares de decímetros, en gneiss, micasquisto, esquisto anfibólico, clorito esquisto, cuarzo roca, mármol estatuario y otros.

Pero cuando la accion metamórfica se ha ejercido en gran escala, ha destruido radicalmente todo vestigio que pudiera indicar mas tarde la fecha de su desarrollo. Fácil es establecer la identidad de dos partes diferentes de una sola capa: una donde la roca se encuentra en contacto con una masa volcánica ó plutónica que la ha cambiado ya en mármol, ya en esquisto anfibólico, y otra, poco distante, donde no ha podido del todo ser alterada, y contiene todavía fósiles; pero cuando se deben comparar dos porciones de una cordillera montañosa, una metamórfica y otra no modificada, es necesaria toda la instruccion y habilidad de un buen práctico para llegar á resultados satisfactorios, y aun algunas veces las investigaciones fracasan completamente. Citaremos uno ó dos ejemplos de alteracion en grande escala, y nos esforzaremas en hacer comprender al geólogo principiante la serie de razonamientos en ayuda de los cuales se llega á concluir que enormes masas de capas fosilíferas han sido convertidas en rocas cristalinas.

Norte de los Apeninos.—Carrara.—El famoso mármol de Carrara que se emplea en escultura, era en otro tiempo considerado como tipo de la caliza primitiva. Abunda en las montañas de Massa Carrara como se las ha llamado; los picos mas elevados de esta cordillera miden cerca de 560 metros. Se deducia su remota antigüedad de su testura mineral, de la ausencia de fósiles en el seno de su masa, y de su paso hácia la parte inferior á talsquistos y micasquistos granatíferos; estas últimas rocas manifiestan ellas mismas mas abajo, una transicion al gneiss que se encuentra penetrado en Foru de venas graníticas. Ahora bien, las investigaciones de Savi, Boué, Pareto, Guidoni, De la Beche, Hoffmann y Pilla, han demostrado que este mármol considerado en otro tiempo como producido anteriormente á la existencia de los seres organizados, no es en realidad sino una caliza alterada del período Oolítico; los esquistos cristalinos subyacentes son tambien gres y esquistos secundarios modificados por la accion plutónica. Para llegar á estas conclusiones, los autores antes citados han afirmado, primero que las rocas calizas de los alrededores del golfo de la Spezia que abundan en fósiles Oolíticos, adquieren una testura tanto mas parecida á la del mármol de Carrara, cuanto mas penetradas se hallan de rocas trapeanas y plutónicas, tales como diorita, eufótida, serpentina y granito.

Se observa en los puntos en que las formaciones secundarias no estan alteradas, que la mas superior de las rocas es la caliza comun de los Apeninos con nódulos de pedernal; debajo existen esquistos arcillosos, y en la base del todo gres arcillosos y silíceos. Los fósiles abundan en la caliza, pero son muy raros al través de los esquistos y gres subyacentes. Se han seguido, pues, estas rocas y buscado su paso lateral á las masas de la otra serie correspondiente que es completamente metamórfica; esta se halla coronada en su cumbre de un mármol blanco, granugiento, totalmente desprovisto de fósiles, y casi exento de estratificacion, en cuyo seno no existen nódulos de pedernal sino una materia silicea diseminada al través de la masa en forma de prismas de cuarzo. Debajo de esta caliza y reemplazando á los esquistos arcillosos, existen tales quistos, jaspes y corneana, y en fin, en la parte mas baja, en lugar de gres silíceos y arcillosos existen cuarzitas y gneiss. Si todas las capas secundarias de los Apeninos hubieran experimentado cam-

bios semejantes, seria imposible determinar su verdadera edad, y conforme al método de clasificacion adoptado por los primeros geólogos, se les habria considerado como rocas primarias. En este caso, la fecha de su orígen se hubiera remontado á una época anterior al depósito del Siluriane Inferior ó del Cambriano, aunque en realidad se hayan acumulado durante el período Oólitico, y hayan sido metamorfoseadas en alguna época subsiguiente quizá muy moderna.

Alpes de la Suiza. En los Alpes en general se hacen descubrimientos análogos respecto á la alteracion de las capas; pero los fenómenos se desarrollan allí en mayor escala. Hácia la parte oriental de esta cordillera se distinguen perfectamente algunas de las hiladas primarias fosilíferas, despues formaciones secundarias antiguas, y por último rocas oolíticas y cretáceas. Ciertos depósitos terciarios se encuentran allí tambien á un nivel menos elevado y colocados contra los costados de las montañas; pero en los Alpes centrales ó de la Suiza, las formaciones primarias fosilíferas faltan, asi como las formaciones secundarias antiguas; las capas Cretáceas, Oolíticas, Liásicas y aun Eócenas pasan allí insensiblemente á rocas metamórficas que consisten en caliza laminosa, talesquisto, gneiss talcoso, micasquisto y otras variedades. En cuanto á la edad de este vasto conjunto de estratos cristalinos, solo se puede afirmar que las porciones superiores han sido alteradas posteriormente al depósito de los terrenos secundarios, y aun algunas despues de la acumulacion del Eóceno; pero es imposible no afirmar que la desaparicion de las rocas secundarias antiguas en las capas primarias fosilíferas, sea debida á su conversion en esquistos cristalinos.

Difícilmente podria darse á los geólogos que nunca han visitado los Alpes una idea exacta de los diferentes argumentos que existen en favor de esta opinion. En primer lugar, en ciertas localidades de estas elevadas montañas cerca del granito las capas Oolíticas, Cretáceas y Eócenas han sido convertidas en mármol granugiento, gneiss y otros esquistos metamórficos. Este hecho demuestra de una manera incontestable, que las causas plutónicas han continuado en los Alpes hasta una época comparativamente reciente y aun posterior quizá, al depósito de algunas de las formaciones nummulíticas ó medianas del Eóceno. Una vez establecido este punto, es muy natural admitir que varias de las rocas fosilíferas inferiores, que probablemente se hallaron expuestas durante mas tiempo á una accion semejante, debieron metamorfosearse en un grado mucho mas intenso.

Existen tambien en ciertas partes de los Alpes de la Suiza masas enormes de capas secundarias y aun terciarias que han adquirido la disposicion semicristalina designada por Werner con el nombre de testura de *transicion*; este género de testura ha conducido naturalmente á los partidarios de la doctrina del geólogo sajon que han considerado como muy importante el carácter mineral, á clasificar las capas de que se trata entre las formaciones de transicion ó grupos mas antiguos que las rocas secundarias mas inferiores. Ahora bien, es probable que estas capas hayan sido afectadas, aunque en grado menor, por la misma accion plutónica que ha alterado radicalmente y metamorfoseado tan gran número de formaciones subyacentes; porque en los Alpes la accion del fuego no ha sido en manera alguna confinada á la inmediacion del granito. Esta última roca y otras plutónicas aparecen rara vez en la superficie, por mas profundas que sean las quebradas abiertas en las laderas de las montañas. No puede dudarse que existen debajo á una profundidad poco considerable y hemos visto ya en otro lugar que en ciertos puntos, como en Valorsina, cerca del Monte Blanco, se presentan un granito y venas de la misma roca atravesando un gneiss talcoso, el cual en su parte superior pasa insensiblemente á capas secundarias.

En los Alpes de la Suiza y de la Saboya es, sin contradiccion, mas que en ninguna otra comarca de Europa donde el geólogo encontrará indicios de un desarrollo considerable de la accion plutónica; porque en estas montañosas regiones se alzan los monumentos mas asombrosos de la violencia mecánica á impulsos de la cual capas de algunos centenares de metros de espesor, han sido encorvadas, dobladas é invertidas. Allí es donde formaciones secundarias marinas de una fecha relativamente reciente, Oolíticas y Cretáceas, han sido elevadas á la altura de 3,660 metros, y algunas capas Eócenas á la de 3,050 metros sobre el nivel del mar; depósitos de la era Miócena han llegado hasta 1,220 y 1,520 metros; hoy rivalizan en altura con las cumbres mas elevadas de la Gran-Bretaña.

Si el lector quiere consultar las obras de varios geólogos eminentes que han explorado los Alpes, especialmente las de Beaumont, Studer, Necker, Boué y Murchison, verá que todos admiten mas ó menos la opinion que acabamos de desenvolver. Studer y Hugi han establecido en efecto que existen en una gran escala en estos elevados montes alternativas completas de capas secundarias con el gneiss y otras rocas de estructura esencialmente metamórfica. Lyell refiere haber visitado algunas de las localidades mas notables citadas por estos autores; pero aunque está de acuerdo con ellos acerca de la existencia de pasos de la serie fosilífera á la serie metamórfica lejos del contacto del granito ó de otras masas plutónicas, pregunta si no podrian explicarse de otro modo las alternaciones distintas de hiladas muy cristalinas con las capas no alteradas de que acabamos de hablar. En uno de los cortes descritos por Studer, corte que se refiere á las regiones mas elevadas de los Alpes Berneses y especialmente al Roththal, valle inmediato á la línea de las nieves perpetuas, á la parte Norte del Jungfran, se encuentra una masa notable de gneiss, de 300 metros de espesor, y de 460 metros de largo; no solo reposa sobre capas que contienen fósiles oolíticos, sino que tambien se halla algunas veces cubierta por ellas. Estas anomalías se explican en parte, suponiendo que grandes enclaves sólidos de gneis hayan penetrado lateralmente entre los estratos con que se ha encontrado este gneiss discordante en varios puntos. La superposicion de la roca cristalina á la Oolita puede tambien en algunos casos referirse á una inversion de la posicion original de los lechos al través de una region en que las convulsiones se han verificado con tan gran desarrollo.

Tambien sobre el Sattel, en la base del Gestellihorn, mas arriba de Euzen, en el valle de Urbach, cerca de Meyringen, algunas de las intercalaciones del gneiss en el seno de las capas fosilíferas parece que deben ser atribuidas á una alteracion mecánica. Casi toda hipótesis de cambios repetidos de posicion es admirable en una region en que la confusion llega á un grado extremo. Las capas secundarias pueden haber sido en un principio verticales, y en tal caso ciertas porciones haberse vuelto metamórficas (viniendo de abajo la influencia plutónica), mientras que otras permanecerian intactas. La serie entera de los lechos ha sido quizá despues colocada de nuevo en una posicion casi horizontal y de aquí la hipótesis de formaciones cristalinas que cubren rocas fosilíferas.

Segun la observacion que hemos hecho en el capítulo XXXIV, las rocas hipógenas, estratificadas ó no estratificadas, que han cristalizado primitivamente á cierta profundidad debajo de la superficie del suelo, han debido siempre, antes de ser elevadas ó de manifestarse en la superficie, contar un largo período comparativamente á un gran número de rocas fosilíferas y volcánicas. Se han producido en todas las edades; pero para hacerse visible, cada una de ellas ha sido

en un principio elevada sobre el nivel del mar, y algunas de las masas que las cubren han sido acarreadas por la desnudacion.

En el Canadá, las hiladas fosilíferas de la formacion Cambriana reposan en estratificacion discordante sobre el gneiss; ahora bien, este era evidentemente cristalino antes del depósito del gres Cambriano (de Postant). En la isla de Anglesea, como hemos dicho en otra parte, y segun Ramsay, el metamorfismo de los esquistos se ha verificado durante el período del Siluriano Inferior. Si se agregan estas conclusiones al hecho de que una testura hipógena se ha apoderado, al través de los Alpes, de los depósitos del Eóceno Medio, no se dudará de que mas tarde los geólogos lleguen á descubrir esquistos cristalinos de casi todas las edades en la serie cronológica, aunque la cantidad de las rocas metamórficas visibles en la superficie deba, por las razones que hemos explicado anteriormente, disminuir con rapidez entre los monumentos de épocas mas y mas recientes.

Órden de sucesion de las rocas metamórficas. No hay un órden universal é invariable de superposicion para las rocas metamórficas, sino solamente una disposicion particular que puede prevalecer al través de las comarcas de una vasta extension, y que se determina por medios semejantes á los empleados en la clasificacion de las diversas formaciones sedimentarias, orígen natural de las capas cristalinas. Por ejemplo, hemos visto en los Apeninos, cerca de Carrara, la serie descendente ofrecer, en los puntos en que es metamórfica, primero un mármol sacaroideo, en seguida un talesquisto, despues cuarzo en roca y gneiss, y hacia los parajes en que no existia alteracion, hemos observado en primer lugar una caliza fosilífera, despues un esquisto arcilloso, y finalmente un gres.

Pero en la mayor parte de las cordilleras montañosas, los gneiss, micasquisto, esquisto anfibólico, clorito esquisto, caliza hipógena y otras rocas se suceden entre sí y alternan siguiendo toda especie de órden. Se encuentran mas habitualmente, es verdad, ciertas variedades de esquisto arcilloso en la parte superior de la serie metamórfica; sin embargo, este hecho no implica en manera alguna, como algunos geólogos han creido, que todo esquisto arcilloso se hubiera formado hácia el fin de cierto período en el que el depósito de las capas cristalinas hubiera sido seguido de la acumulacion de los estratos fosilíferos ordinarios. En realidad, los esquistos arcillosos varian por su composicion, y algunas veces alternan con las hiladas de fósiles, se puede, pues, referirlos casi tan bien al órden de las rocas sedimentarias como al de las formaciones metamórficas. Es probable que si hubiesen sido sometidos á una accion plutónica mas intensa, habrian pasado al estado de esquisto anfibólico, de clorito-esquisto hojoso, de talesquisto en pajillas, de micasquisto ó de otras rocas mas completamente cristalinas tales como las que se ven frecuentemente asociadas al gneiss.

Uniformidad del carácter mineral en las rocas hipógenas. Es completamente cierto como Humboldt ha tenido la feliz ocasion de observar, que cuando se pasa de un hemisferio á otro, se ven aparecer formas nuevas de animales y de plantas; ademas se observan constelaciones diferentes en el firmamento; pero en cuanto á las rocas son las mismas; recuerdan todas antiguos conocimientos, tales como granito, gneiss, micasquisto, cuarzo en roca y otras varias. Existe sin duda alguna gran semejanza entre las principales variedades de rocas hipógenas en todos los paises, por diferentes que sean en edad; pero deben ser consideradas cada cual segun hemos demostrado como familias geológicas y no como combinaciones minerales definidas. Su aspecto es mucho mas uniforme que el de las capas sedimentarias, porque estas últimas se hallan frecuentemente compuestas de fragmentos que varian mucho en tamaño, forma y color, contienen fósiles de especies y composicion diferentes, y adquieren tintas variadas por la mezcla de diferentes calidades de sedimento. Los materiales de estas capas, si se les hiciera fundir y cristalizar, obedecerian á leyes químicas simples y uniformes en su accion y las mismas en cada clima, escaparian completamente á las causas mecánicas y orgánicas.

Seria un grave error pretender, con ciertos geólogos, que las rocas hipógenas consideradas como agregados de minerales simples, son realmente mas homogéneas en su composicion que los diferentes miembros de la serie sedimentaria. En primer lugar, los paises diferentes contienen grupos desemejantes de rocas hipógenas; en segundo lugar, cada distrito determinado puede presentar rocas que designadas con un mismo nombre, son sin embargo muy variables en cuanto á sus elementos constitutivos, por lo menos en cuanto á las proporciones de estos elementos. Por ejemplo, el gneis y el micasquisto, tan característicos de los Grampianos por su abundancia, faltan en el Cumberland, las Gales y el Cornwall; en ciertas partes de la Suiza y de los Alpes italianos, el gneiss y el granito son talcosos y no micáceos como en Escocia; la hornblenda (anfibol) distingue especialmente al granito de Escocia; la turmalina al del Cornwall; la albita es propia de las rocas plutónicas de los Andes, y el feldspato comun (ortosa) de las de Europa. En ciertas localidades de Escocia, el micasquisto está lleno de granates; en otras se halla enteramente desprovisto de estos cristales; en la América del Sur, segun Darwin, el gneiss y no el micasquisto es ordinariamente granatífero. Y no solamente las proporciones de feldspato, cuarzo, mica, hornblenda y otros minerales varian en el seno de rocas hipógenas que se suponen sin embargo idénticas, sino que tambien, hecho mas capital, la naturaleza misma de los elementos se manifiesta inconstante en ellas como ya hemos tenido ocasion de ver.

¿Por qué las capas metamórficas son menos calizas que los estratos fosilíferos? Hemos manifestado que la cantidad de materia caliza en los lechos metamórficos y aun en las formaciones hipógenas en general, es mucho menor que al través de los depósitos fosilíferos. Por ejemplo los esquistos cristalinos de los Grampianos en Escocia, que consisten en gneiss, micasquistos, esquisto anfibólico y otras rocas desarrolladas en algunos miles de metros de espesor, contienen una porcion infinitamente pequeña de capas calizas, aunque estas hayan sido en el país objeto de activas investigaciones para un fin económico. Sin embargo la caliza no falta de una manera absoluta en los Grampianos; en ciertos puntos de ellos se encuentra asociada al gneiss, en otras al micasquisto, y en algunos á diferentes miembros de la serie metamórfica. Pero cuando abunda, en Carrara por ejemplo, y otras partes de los Alpes donde se manifiesta en relacion con las rocas hipógenas, constituye habitualmente uno de los miembros superiores del grupo cristalino.

La rareza del carbonato de cal en el seno de las rocas plutónicas y metamórficas parece generalmente haber resultado de alguna causa universal. En la época en que se consideraban las rocas hipógenas como anteriores á la creacion de los cuerpos organizados era fácil atribuir la ausencia de la cal á la no existencia de los moluscos y zoófitos que segregan las conchas y los corales; pero hoy que se refieren las formaciones cristalinas á la accion plutónica es natural preguntar si esta accion misma no ha debido expulsar el ácido carbónico y la cal de los materiales que ha reducido al estado de fusion ó semifusion. Es verdad que no se puede descender hasta las regiones subterráneas donde se desarrolla el calor volcánico, pero se observan en los paises de volcanes apagados centenares de

fuentes frias ó termales que manan del granito ó de otras rocas, y se hallan muy cargadas de carbonato de cal. La cantidad de materia caliza que estas fuentes conducen despues de algun tiempo de las mayores profundidades de la costra terrestre á las divisiones mas superiores ó mas modernamente formadas, esta cantidad, decimos, debe ser considerable.

Si la proporcion de elementos silíceos y aluminosos ofrecidos por dichas fuentes, fuera tan grande como la de los principios calizos, en lugar de manifestarse comparativamente insignificante, se podria negar á la materia mineral asi arrojada un orígen debido á la descomposicion de rocas subterráneas ordinarias; pero segun el predominio tan marcado del carbonato de cal sobre todos los demás elementos, la costra terrestre debe con el tiempo perder casi la totalidad de los componentes calizos de sus partes inferiores; por el contrario, continúa sin duda presentando diariamente en nuevos depósitos en el fondo de los mares y lagos un exceso de carbonato de cal. Este compuesto llega á la superficie del suelo por millares de fuentes y de rios, y asi toda nueva roca caliza precipitada químicamente, lo mismo que un gran número de arrecifes conchíferos ó coralinos que se forman en nuestros dias, proceden en parte de la sustancia mineral producida por la accion plutónica, y arrojada por el gas ó el vapor fuera de las rocas fundidas que hierven en las entrañas de la tierra.

No solo carbonato de cal, sino tambien gas ácido carbónico libre, sale en abundancia del suelo y de las hendiduras subterráneas, en las regiones de volcanes activos ó apagados, por ejemplo, en las cercanías de Nápoles y en Auvernia. Por otra parte las conchas ó corales fósiles han perdido frecuentemente su ácido carbónico y la cal que quedaba ha entrado quizá en la composicion de la augita, de la hornblenda, del granate y de otros minerales hipógenos. Se observan ejemplos muy frecuentes de materia caliza asi desprendida; los restos orgánicos se hallan frecuentemente reemplazados por sílice ú otras sustancias minerales; algunas veces tambien el espacio ocupado en otro tiempo por el fósil se ha quedado vacío, ó no se encuentra representado sino por una impresion poco marcada. No debe, pues, causar admiracion la ausencia general de estos restos en el seno de las capas cristalinas: recordemos la alteracion frecuente total ó parcial de los fósiles aun en las formaciones terciarias; las grandes masas de gres ó de esquisto, de diferentes edades y de millares de metros de potencia desprovistas de cuerpos organizados, ciertas capas privadas de una parte de sus petrificaciones, que quizá han perdido al volverse cristalinas, ó segun la expresion de Werner, al pasar al estado de rocas de *transicion*; y en fin la destruccion de los últimos vestigios de seres animados en el seno de los estratos francamente *metamórficos*. Las formaciones que llevan este último epíteto han sido ademas sometidas algunas veces á renovaciones reiteradas de la accion plutónica.

CAPITULO XXXVIII.

VENAS MINERALES.

El modo de distribucion de las sustancias metálicas al través de la costra terrestre, y mas especialmente el fenómeno de esas masas casi verticales y tabulares de mineral, llamadas venas minerales, que suministran la mayor parte de los metales útiles al hombre, son aquí objeto de una elevada importancia práctica y de un interés capital bajo el punto de vista teórico.

Las ideas que en un principio se han adoptado sobre las venas metalíferas, han sufrido modificaciones, ó mas bien han experimentado una revolucion casi completa á contar desde mediados del siglo último, época en que Werner, director de la Escuela de Minas de Freyberg en Sajonia, intentó el primero generalizar los hechos conocidos hasta entonces. Este sabio enseñó que las venas minerales han sido hendiduras originalmente abiertas, mas tarde gradualmente invadidas por materias cristalinas y metálicas; que gran número de entre ellas, despues de haberse llenado una vez, se han vuelto á ensanchar y abrir de nuevo. Hizo asimismo notar la circunstancia particular de que las venas no se refieren todas á un mismo y único período, sino que son de edades geológicas diferentes.

Estas opiniones, de las que existian ya algunos gérmenes en obras mas antiguas, no habian sido sin embargo todavía adoptadas generalmente; desde el momento que fueron emitidas por una autoridad tan poderosa y de experiencia tan consumada, hicieron época en la geologia. Sin embargo se ha demostrado, al trazar en detalle la historia y los progresos de la geologia, que Werner habia sido mucho tiempo antes precedido por otros geólogos, respecto á su teoría de las rocas volcánicas, y que se quedó muy atrás respecto de su contemporáneo Hutton en las investigaciones sobre el orígen del granito. Segun Werner, las formaciones plutónicas, asi como los esquistos cristalinos, habrian sido sustancias precipitadas de un fluido caótico, en la época de ciertas condiciones primitivas ó nacientes del planeta; los metales por consiguiente, hallándose íntimamente relacionados con las relaciones anteriores, habrian participado de este orígen misterioso. Segun el mismo autor, las rocas trapeanas habrian resultado de depósitos acuosos, y los diques de pórfido, de greenstone y de basalto, indicarian hendiduras que habian recibido de arriba sus diferentes materiales. Consecuente á estos primeros principios, Werner admite que las venas minerales han sacado sus elementos constitutivos de un Océano subyacente mas bien que de una fuente subterránea; que estos elementos han sido primero disueltos en aguas que existian encima en lugar de elevarse por la sublimacion de lagos ó de mares situados debajo.

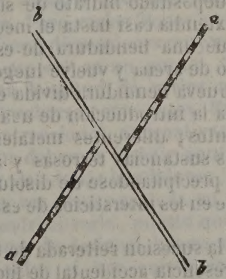
Pero la hipótesis de un fluido primordial ó *menstruo caótico* empezó á perder favor en presencia de las nuevas concepciones, y los geólogos no tardaron en ser de un mismo parecer acerca de las verdaderas relaciones que existen entre las rocas volcánicas y trapeanas; se comprendió por fin que los fenómenos de las venas minerales podian explicarse por causas conocidas, por ejemplo, las de la accion química, termal ó eléctrica que se ejerce aun en nuestros dias en el interior de la tierra. El lector encontrará mas fácilmente los argumentos favorables á esta opinion cuando hayamos descrito y comentado los hechos descubiertos por los trabajos de las minas.

Sobre las diferentes clases de venas minerales. Los geólogos conocen todos perfectamente esas venas de cuarzo, que abundantes en el seno de las capas hipógenas, forman en ellas masas lenticulares de una extension limitada. Estas venas atraviesan tambien algunas veces los gres y los esquistos. Se observan fajas semejantes, compuestas de carbonato de cal, en el seno de rocas fosilíferas, sobre todo calizas. Parecen haber sido en otro tiempo hendiduras ó cavidades estrechas, producidas como las grietas en la arcilla por la contraccion de la masa al pasar del estado fluido al estado sólido, ó simplemente descendiendo de temperatura. La sílice, la caliza y á veces los metales, han penetrado juntos ó aisladamente á lo largo de estos espacios vacíos, despues de haberse escapado de las rocas inmediatas por exfiltracion, ó como se dice, por segregacion. Mezcladas con agua ó vapor, los minerales metálicos han debido pasar primero al través de una ganga pastosa, antes de llegar hasta estos re-

ceptáculos formados por la contraccion, y dar orígen á estos conjuntos irregulares de venas, á que los alemanes dan el nombre de *Stockwerks*, por alusion á las diferentes alturas á que se dirigen entonces los trabajos de mina.

Las venas mas ordinarias ó regulares, se explotan habitualmente en fajas verticales; evidentemente fueron en otro tiempo hendiduras producidas por accion mecánica. Se las ve atravesar toda especie de rocas, hipógenas y fosilíferas, y se prolongan inferiormente á profundidades indefinidas ó desconocidas. Se puede presumir que son de orígen semejante al de las hendiduras producidas de tiempo en tiempo por los sacudimientos de temblores de tierra. Las venas metalíferas que se pueden referir al mismo género de accion, tienen á veces algunos milímetros de anchura, pero mas comunmente 0,^{m} 90 ó 1,^{m} 20 del mismo diámetro. Prosiguen su marcha de una manera continua, siguiendo cierta direccion que prevalece en muchos quilómetros y aun en leguas de longitud, pasando al través de las rocas variables por su composicion mineral.

Las venas metalíferas han sido hendiduras. Mineros muy inteligentes no han podido llegar, aun despues de un estudio detenido de las venas metalíferas, á hacer convenir algunos de los caracteres de estas con la hipótesis de las hendiduras; empezaremos, pues, por establecer los argumentos que militan en favor de esta hipótesis. Uno de los mas convenientes, quizá, es la coincidencia de un número considerable de venas minerales con los *fallos*, es decir, con esas dislocaciones de rocas que son incontestablemente debidas á la fuerza mecánica, como hemos demostrado en otro lugar. Existen al través de casi todo distrito minero, pruebas de una sucesion de fallos, por los cuales las paredes opuestas de hendiduras hoy dia llenas de sustancias metálicas han experimentado mudanzas. Por ejemplo, supongamos que *a a* indican un

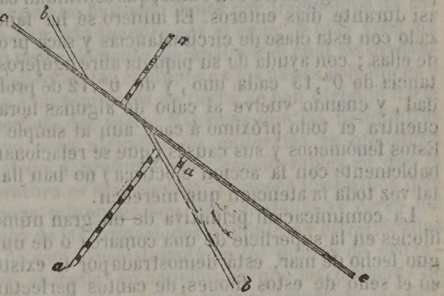


filon de estaño de Cornwall (se ha dado el nombre de filon, en inglés *ledo*, á las venas que contienen minerales metálicos). Este filon que corre de Este á Oeste, tiene unos 0,^{m} 90 de anchura, y se encuentra cortado por otro filon de cobre *b b* del mismo espesor.

La primera hendidura *a a*, ha sido llena por diferentes materiales en parte de orígen químico, tales como cuarzo, espato fluor, peróxido de estaño, sulfuro de cobre, pirita arsenical, bismuto y sulfuro de niquel, y en parte de orígen mecánico, como arcilla y fragmentos angulares ó restos de las rocas cortadas. El cuarzo y el mineral son en algunos puntos paralelos á las paredes verticales del filon, y separados uno de otro por fajas alternativas de arcilla ó mas bien de materia terrosa. A veces el mineral se halla diseminado en masas pequeñas á lo largo de la ganga del filon. Es claro que despues de la introduccion gradual del estaño y de otras sustancias, la segunda hendidura *b b* se ha abierto por una segunda fractura acompañada de un cambio de posicion de las rocas á lo largo del plano *b b*. Esta nueva solucion de continuidad se ha llenado de minerales, algunos de los cuales se parecen á los de *a a*, por ejemplo, de espato fluor (fluoruro de calcio) y de cuarzo; otras son diferentes; el cobre se hace abundante; el estaño por el contrario disminuye y aun no se encuentra sino muy raro.

Supongamos que una sacudida de temblor de tierra viene ahora á agitar este depósito, rompiendo y empujando juntos todos los restos á lo largo de la línea *c c*: la hendidura que no presenta mas que 0,^{m}15 de ancho, se llenará solamente de arcilla, procedente sin duda del roce de las paredes ó resultante quizá tambien de una infiltracion venida de arriba. Este nuevo movimiento levantará la roca de manera que interrumpirá la continuidad del filon de cobre *b b*, y al mismo tiempo hará deslizar lateralmente siguiendo la misma direccion una porcion del filon de estaño que no habia sido rota en un principio.

En la figura siguiente se ve que una cuarta hendidura *d d* igualmente llena de arcilla, ha atravesado la



vena delgada de estaño *a a*, y la ha alzado ligeramente hácia el Sur. Los diferentes cambios que representan esas tres figuras, no son puramente imaginarios, sino que existen de hecho en un corte que presentan las labores hace tiempo abandonadas de una antigua mina del Cornwall, llamada Huel Peever, en la parroquia de Redruth; este corte ha sido descrito por Williams y Carne. El movimiento principal de que aquí se trata, ó el de *c c*, se extiende en una longitud que no tiene menos de 24 metros; pero en este caso como en los otros tres, los caracteres geográficos de la comarca situada encima *d*, *c*, *b*, *a*, etc., no han sido afectados por ninguna de las dislocaciones, como lo demuestra la poderosa desnudacion que ha surcado el suelo posteriormente á los fallos. Se admite vulgarmente en el Cornwall que existen en esta comarca ocho sistemas distintos de filones, pertenecientes á otros tantos movimientos ó fracturas sucesivas, y los números de las montañas de Hartz hablan tambien de ocho sistemas de filones correspondientes á otros tantos períodos diferentes.

Ademas de las pruebas que dan de la accion mecánica, segun hemos ya establecido, las paredes opuestas de los filones estan frecuentemente pulimentadas y como barnizadas; muchas veces tambien se las ve estriadas y atravesadas de surcos y de prominencias paralelas, tales como las que produciria un roce contínuo sobre superficies de desigual dureza. Tales caras pulimentadas se parecen al plano de una roca, por donde una nevera hubiera avanzado; son comunes aun en los casos en que no haya habido deslizamientos y se las encuentra igualmente en las hendiduras no metalíferas. Los mineros ingleses las llaman *slicken sides*, segun las palabras alemanas *Schlichten*, que quiere decir plano, y *Seite*, lado. Se admite que las líneas de estrías indican la direccion, segun la cual se ha operado el movimiento de la roca. Por efecto de un débil temblor de tierra ocurrido en Chile hácia el año 1840, y que ha sido descrito por un testigo ocular, los muros de ladrillo de un edificio se rajaron verticalmente en algunos puntos y experimentaron un movimien-

to vibratorio durante algunos minutos en cada sacudimiento; despues de haber cesado los temblores, los muros no presentaron ningun indicio de alteracion, ó al menos ninguna abertura, aunque cada línea de grieta permanece aun visible. Cuando el movimiento se hubo apaciguado, se observó en el piso de la habitacion, por bajo de cada hendidura, pequeñas masas de polvo fino de ladrillo que evidentemente habia sido producido por la trituracion.

En ciertas venas plumbíferas de la caliza de montaña del Derbyshire, la ganga, que es casi compacta, se encuentra á veces atravesada por lo que se llama una raja vertical (*crack*), que pasa por debajo de la parte media de la vena. Las dos caras en contacto son slicken-sides perfectamente pulimentadas y acanaladas algunas veces cubiertas de una capa delgada de mineral de plomo. Si se levanta un lado de la ganga, el otro lado se raja, sobre todo cuando se ha puesto cuidado de practicar pequeños agujeros y entonces se desprenden fragmentos con ruido, que continúan cayendo asi durante dias enteros. El minero se ha familiarizado con esta clase de circunstancias y saca provecho de ellas; con ayuda de su piqueta abre agujeros á distancia de $0^m,15$ cada uno, y de $0^m,12$ de profundidad, y cuando vuelve al cabo de algunas horas encuentra el todo próximo á caer aun al simple tacto. Estos fenómenos y sus causas (que se relacionan probablemente con la accion eléctrica) no han llamado, tal vez toda la atencion que merecen.

La comunicacion primitiva de un gran número de filones en la superficie de una comarca ó de un antiguo lecho de mar, está demostrada por la existencia, en el seno de estos filones, de cantos perfectamente redondeados parecidos á los de los aluviones superficiales; ejemplos de este género se observan en Auvernia y en Sajonia. La Bohemia ha presentado igualmente cantos semejantes á la profundidad de 330 metros. En el Cornwall cita Carne, verdaderos cantos de cuarzo y de esquisto en medio de un filon de estaño de la mina de Relistran, á mas de 180 metros debajo de tierra; estan cimentados por óxido de estaño ó bisulfuro de cobre, y ocupan una superficie de mas de 3 metros de largo por otro tanto de ancho. Se han descubierto allí tambien conchas marinas fósiles á grandes profundidades; su enterramiento data sin duda de antiguos temblores sub-marinos. Virlet afirma que se ha encontrado una grifea en una mina de plomo de las cercanías de Semur en Francia; se ha indicado una madrépora en medio de un filon compacto de cinabrio en Hungría.

Cuando recorren un país determinado diferentes grupos ó sistemas de venas, los que se suponen de la misma edad y que estan llenos de materiales idénticos, conservan frecuentemente un paralelismo general de direccion, por ejemplo, los filones de estaño y de cobre en el Cornwall corren poco mas ó menos de Este á Oeste, mientras que los de plomo estan alineados de Norte á Sur; pero ninguna ley general de direccion es aplicable á distintos números diferentes. El paralelismo es otro motivo para hacer considerar los filones como hendiduras ordinarias; en efecto, los diques trapeanos que para todos los geólogos recuerdan antiguas masas fundidas que han llenado hendiduras son frecuentemente paralelos cuando tienen la misma edad. Ahora bien, una vez admitido que los filones son simplemente hendiduras primitivas en que penetraron despues depósitos químicos y mecánicos, se adquiere bien pronto la prueba de que se fueran llenando por grados y muchos tambien se ensancharon sucesivamente. Ya hemos hablado de fajas paralelas de arcilla, de cuarzo y de mineral en el seno de los filones. Werner mismo ha observado en un filon particular, cerca de Gersdorf en Sajonia, trece lechos de minerales diferentes dispuestos con la mayor regularidad á cada lado de la faja central. Esta se compone de dos capas de espato calizo, que evidentemente ha venido á tapizar las paredes opuestas de una cavidad vertical. Los trece lechos se siguen en uno y otro lado en un órden correspondiente; consisten en espato fluor, celestina (estronciana sulfatada), galena, etc. Allí evidentemente la masa central es la última que se ha formado, y las dos fajas contra las paredes extremas de la hendidura en cada lado, son las mas antiguas de todas. Si las fajas se compusiesen de precipitados cristalinos, se podria explicar su formacion suponiendo que la hendidura ha conservado sus dimensiones durante toda la serie de los cambios de naturaleza de las disoluciones que han llegado de abajo; pero tal manera de depositarse varias fajas sucesivas y paralelas parece excepcional.

Cuando una vena pétrea está formada de materia cristalizada, las puntas de los cristales estan siempre vueltas hacia el centro de la cavidad; en otros términos, estas puntas se dirigen al lado en que se les presenta mayor espacio para el desarrollo de las formas regulares. Por consiguiente, cada nueva faja ha recibido la impresion de los cristales de la faja anterior, é imprime sus formas sobre la que le sigue, hasta que al fin toda la vena ha sido llena; dos fajas que se encuentran, se penetran en forma de cola de golondrina por medio de sus cristales respectivos. Pero en el Cornwall, en el seno de ciertos filones, las fajas verticales (*combs* en inglés) tienen sus cristales de tal modo enclavados bajo la forma anteriormente designada, que suministran la prueba evidente de un ensanche reiterado de la hendidura.

Una explicacion casi análoga, sirve para un gran número de casos en que la arcilla, arena y fragmentos angulares, alternan con minerales y venas petrosas. Supongamos por ejemplo que las paredes de una hendidura se hallan incrustadas de materia silícea (Buch ha indicado algunas semejantes en Lanzarote, en un cráter volcánico que databa de 1731; estaban atravesadas por una abertura en que los vapores calientes habian depositado hidrato de sílice, y la incrustacion se extendia casi hasta el medio); admitamos despues que una hendidura de este género se llena de arcilla ó de arena y vuelve luego á abrirse de manera que la nueva hendidura divida el depósito arcilloso y permita la introduccion de una cierta cantidad de fragmentos; diferentes metales y minerales de la clase de las sustancias terrosas y alcalinas podran entonces, precipitándose de disoluciones acuosas, introducirse en los intersticios de esta masa heterogénea.

La prueba de la sucesion reiterada de tales cambios se halla en la presencia accidental de filones que cruzan; estos indican una fractura dirigida oblicuamente al través de depósitos químicos ó mecánicos anteriormente formados. Fournet estudiando algunas minas de Auvernia explotadas bajo su direccion, ha demostrado los hechos siguientes: el granito de este país, fue penetrado primero por venas de la misma roca y dislocado despues; entonces se produjeron grietas que cruzaron á un mismo tiempo el granito y las venas graníticas. En el interior de las soluciones de continuidad se introdujo cuarzo acompañado de súlfuro de hierro y de pirita arsenical. Otra convulsion abrió violentamente las rocas á lo largo de la antigua línea de fractura, y el primer grupo de depósitos cedió en varios puntos, se hendió y aun voló en pedazos.

La nueva abertura se llenó no solo de fragmentos angulares de las rocas adyacentes, sino tambien de porciones de venas pétreas mas antiguas. Superficies pulimentadas y estriadas, tanto á los lados como en el contenido mismo de la vena, demuestran tambien estos antiguos movimientos. Un nuevo periodo de reposo sucedió durante el cual, diferentes sulfuros penetraron en el seno de la vena, y pedernal córneo

empastó los fragmentos angulares del cuarzo mas antiguo para formar una brecha. Este período fue seguido de otras dilataciones de las mismas venas y de la introduccion de nuevos grupos de minerales hasta que por último varios cantos rodados de lava basáltica de Auvernia procedentes de los aluviones superficiales probablemente del Mióceno ó Plióceno antiguo, se precipitaron en las profundidades de las venas. El espacio no nos permite enumerar todos los cambios descritos minuciosamente por Fournet, pero son importantes á la vez para el minero y el geólogo, porque demuestran cómo las señales supuestas de catástrofes violentas pueden servir de monumentos, no de una sola sacudida, sino de movimientos sucesivos.

Estos ensanches y aberturas repetidas de las venas, se explican perfectamente por la hipótesis de las hendiduras, sobre todo si se atiende al corto número de ellas que han sido hasta ahora exploradas á fondo, así como á la resistencia mas débil que opone á lo largo de las antiguas líneas de fractura una comarca en que las hendiduras no estan llenas sino parcialmente. Por lo demás, sucede enteramente lo mismo en los diques en que cada abertura ha recibido una masa contínua y homogénea de materia fundida cuya consolidacion se ha operado bajo una presion considerable. Los diques trapeanos refuerzan generalmente las rocas en los puntos que fueron en otro tiempo mas débiles y si la fuerza de elevacion viene á ejercerse de nuevo siguiendo la misma direccion, la costra de la tierra cede en todas partes excepto en los puntos en que se han producido las primeras soluciones de continuidad.

Gran número de filones tienen sus paredes opuestas casi paralelas, y el fenómeno se manifiesta en una gran extension de país. Se admira un magnífico caso de este género en el Hartz, en el célebre depósito de Andreasberg, explotado en una profundidad vertical de 460 metros y una longitud horizontal de 182 metros, con un espesor casi constante de un metro próximamente. Pero varios filones en el Cornwall y en otras partes tienen dimensiones muy variables, 0,^{m} 025 á 0,^{m} 050 de espesor en un punto, 2 ó 3 metros en otro, por una longitud de varios metros, y luego vuelven á estrecharse como antes. Esta clase de dilataciones y contracciones alternativas son tan características, que debemos insistir aquí en su descripcion. Las paredes de las hendiduras, observa La Beche, son rara vez planas en toda su extension, y en realidad no podrian serlo, puesto que por costumbre atraviesan rocas de desigual dureza y de composicion mineral variable; si por consiguiente las paredes opuestas de hendiduras tan irregulares vienen á deslizarse una sobre otra, es decir, si sobreviene un fallo (como sucede en muchos filones), el paralelismo de las paredes opuestas se encuentra de pronto totalmente destruido.

Varios filones son perpendiculares ó casi perpendiculares al horizonte; pero algunos se inclinan mucho formando ángulos de 5 á 45 grados. El curso de un filon es ordinariamente recto, pero tambien á veces es tortuoso, y en este caso se observa que en los diversos puntos en que mas se desvia de la vertical, se



halla obstruido de arcilla, de pedazos de piedra y de guijarros. En ciertos puntos, *a* por ejemplo, el minero encuentra falta de materias metálicas ó una gran disminucion de ellas, y es que entonces al libre depósito del mineral, se ha opuesto la ocupacion del filon por materiales terrosos. Los filones de algunos metros de espesor, se hallan ordinariamente llenos en su mayor parte de materias terrosas y de fragmentos de rocas al través de los cuales se hallan diseminados los minerales. Las sustancias metálicas suelen envolver ó rodear circularmente pedazos desprendidos de roca que los mismos ingleses llaman *horses* (caballos) ó *riders* (caballeros). Es natural tambien que ciertas venas minerales se ramifiquen porque el mismo fenómeno pertenece á las hendiduras abiertas.

Depósitos químicos en las venas. Si pasamos ahora de las acciones mecánicas á las fuerzas químicas que han concurrido á producir las venas minerales, observaremos el hecho siguiente: los espacios de las hendiduras que no han sido llenos por fragmentos de rocas, lo han sido siempre por el agua, y toda vena ha servido probablemente de canal por el cual los manantiales calientes, tan comunes en los paises volcánicos ó sujetos á los temblores de tierra, se han dirigido hácia la superficie del suelo. Sabemos que las hendiduras en cuyo seno abundan los minerales se prolongan hácia abajo á profundidades considerables en que la temperatura es mas elevada. Tampoco ignoramos que las venas minerales son mas metalíferas cerca del contacto de las formaciones plutónicas y estratificadas y que lo son especialmente en los puntos de cruzamiento, es decir, en aquellos en que las primeras de estas formaciones envian venas al través de las últimas; esta circunstancia indica, que las venas estuvieron originalmente muy próximas por su extremidad inferior á las rocas ígneas y calientes. Ademas está perfectamente averiguado que aun las fuentes minerales ó termales, que en el estado actual del globo estan lejos de los volcanes, manan sin embargo á lo largo de las grandes líneas de elevacion y de dislocacion de las rocas. Por otra parte, los geólogos han demostrado que todas las sustancias de que se hallan impregnados los manantiales calientes, pertenecen al mismo grupo que las vomitadas en forma gaseosa por los volcanes. Varias de éstas sustancias se encuentran en venas: citaremos la sílice, el carbonato de cal, el azufre, el espato fluor, el sulfato de barita, la magnesia, el óxido de hierro y otras. Añadiremos, que si las venas han sido llenas por emanaciones gaseosas procedentes de masas fundidas que se hallaban en estado de enfriamiento en el seno de las regiones subterráneas, la contraccion de tales masas y su paso del estado plástico al estado sólido, ha debido, segun los experimentos de Deville sobre el granito (roca que se puede elegir por tipo) producir una reduccion de volúmen que puede elevarse hasta un 10 por 100. Por consiguiente, la cristalizacion lenta de esta especie de rocas plutónicas ofrece una fuerza capaz no solo de determinar aberturas al través de las rocas incumbentes, sino tambien producir fallos en todos aquellos puntos en que una porcion de la costra terrestre descienda lentamente, mientras que otra contigua que repose sobre una base diferente permanezca inmóvil.

Quizá despues del razonamiento anterior, se quería deducir que ha existido frecuentemente una relacion íntima entre los filones y los manantiales termales que tienen materia mineral en disolucion. Sin embargo no debe esperarse que los contenidos de estos últimos behículos y los primeros sean idénticos. Por el contrario, Elías de Beaumont ha observado juiciosamente que es preciso buscar mas especialmente en las venas, sustancias que siendo menos solubles, no pudiesen ser proporcionadas por las aguas termales, es decir cuerpos simples ó compuestos que

las aguas calientes que vienen de abajo precipitan contra las paredes de una hendidura, cuando su temperatura empieza á disminuir. Aguas de esta naturaleza, se enfrian tanto mas, cuanto mas se aproximan á la superficie, hasta que al fin adquieren la temperatura media de los manantiales; entonces estan especialmente cargadas de las sustancias mas solubles, tales como los álcalis, sosa y potasa. Estos no acompañan las venas, aunque entren tan abundantemente en la composicion de los granitos.

Se puede, pues, hasta cierto punto, atribuir la disposicion y distribucion de la materia metálica, en las venas, á la accion química ordinaria ó bien á esas variaciones de temperatura que pueden experimentar las aguas que tienen minerales en disolucion, á medida que ascienden de grandes profundidades de la tierra. Pero existen otros fenómenos que no admiten la misma explicacion; por ejemplo, en el Derbyshire, ciertos filones que contienen minerales de plomo, de zinc y de cobre, pero principalmente de plomo, atraviesan lechos alternados de caliza y de greenstone. El mineral se manifiesta abundante, cuando las paredes de la hendidura estan formadas de caliza, pero se reduce á un simple filamento cuando estas paredes son greenstones (ó *toad stones* como se les llama vulgarmente en el país). Esto no es que la hendidura primitiva sea mas estrecha en los puntos ocupados por el greenstone, sino que la materia pétrea llena allí un espacio mas extenso, y las aguas no son descargadas tan libremente de sus contenidos metálicos.

«Los filones, en el Cornwall, dice Roberto Fox, dependen esencialmente en cuanto á su riqueza metálica, de la naturaleza de la roca que atraviesan, y frecuentemente, bajo este aspecto, cambian bruscamente al pasar de una roca á otra; aquellos, por ejemplo, que estan muy cargados de mineral en el granito, se vuelven improductivos en el esquisto arcilloso ó Killas, y vice versa. La misma observacion se aplica al Killas y al pórfido granítico llamado *elvan*. A veces, á lo largo de la misma vena continua, el granito contendrá cobre, y el Killas estaño, ó bien á la inversa.» Fox, despues de haber demostrado la existencia actual de corrientes eléctricas al través de algunas de las venas metalíferas del Cornwall, ha creido que una misma causa habia probablemente actuado sobre los sulfuros y los cloruros de cobre, de estaño, de hierro y de zinc disueltos en el agua caliente de las hendiduras y habia determinado su modo particular de distribucion. Despues de numerosos experimentos con este objeto, Fox ha procurado del mismo modo explicarse el predominio marcado de la direccion de Este á Oeste de los principales filones del Cornwall, por su posicion perpendicular ó magnetismo terrestre. Pero Henwood y otros mineros experimentados han opuesto fuertes objeciones á esta teoría, y es preciso confesar, que la direccion de las venas, en los principales distritos mineros, varia hasta el punto que parece depender de líneas de fractura mas bien que de leyes de electricidad voltáica particulares. Sin embargo, como especies diferentes de rocas participan frecuentemente de condiciones eléctricas desemejantes, es natural creer que estas condiciones han debido muchas veces determinar la disposicion de los precipitados metálicos á lo largo de las hendiduras.

«He observado, dice Fox, que cuando se expone cloruro de estaño en disolucion, á la accion de una pila voltáica, una porcion del radical se deposita en estado metálico en el polo negativo y la otra porcion en el positivo en estado de poróxido; este fenómeno es enteramente semejante al que presentan las minas de Cornwall. La experiencia puede explicar por qué el estaño se halla contiguo al mineral de cobre ó mezclado con este mineral, y tambien como está separado de él en otras partes del mismo filon.»

Edad relativa de los diferentes metales. Despues de maduras reflexiones sobre los hechos que acabamos de referir no puede quedar duda de que las venas minerales, lo mismo que las erupciones de granito ó de trapp, deben ser referidas á varios períodos distintos de la historia de la tierra, y esta ley es incontestable cualquiera que sea la dificultad que se encuentre para determinar la edad precisa de cada una de ellas; en efecto, las venas han quedado muchas veces abiertas durante largo tiempo; ademas, como hemos visto, la misma hendidura, despues de haber sido llena en otro tiempo, muchas veces se ha vuelto á abrir ó ensanchar despues. Pero ademas de esta diversidad de épocas algunos geólogos han supuesto que ciertos metales databan exclusivamente de tiempos mas antiguos, y otros de tiempos mas modernos; que el estaño, por ejemplo, era de mayor antigüedad que el cobre, este último mas antiguo que el plomo ó la plata, y estos á su vez mas antiguos que el oro. A esta suposicion se puede responder; en primer lugar, los hechos reunidos en su apoyo son combatidos por el experimento que hemos citado mas arriba, y despues ya sabemos hasta qué punto se puede señalar un órden cronológico preciso á los metales preciosos y otras sustancias en el seno de la costra terrestre.

No es cierto que los filones en cuyo seno abunda el estaño sean los mas antiguos que se han explotado en la Gran-Bretaña. Los geólogos del gobierno encargados de la descripcion de la Irlanda, han demostrado que en el Wexford las venas de cobre y de plomo (estas últimas habitualmente argentíferas) eran mucho mas antiguas que las de estaño en Cornwall. Cada una de estas dos comarcas ha visto verificarse una serie enteramente semejante de cambios geológicos, en dos épocas enteramente distintas, el Wexford antes del depósito de las capas Devonianas, el Cornwall despues del período Carbonífero. Empecemos mayores explicaciones por el distrito minero de Irlanda: el granito en el Wexford se halla atravesado de venas graníticas, las cuales penetran asimismo al través de los estratos del Siluriano; las rocas silurianas, así como las venas, han sido desnudas antes de la superposicion de los lechos Devonianos. Se encuentra despues en el mismo condado que los *elvans* ó diques rectos de granito porfídico, han cortado el granito asi como las venas arriba citadas, pero no han penetrado hasta las rocas Devonianas. Posteriormente á la produccion de estos elvans, en una época ciertamente mas moderna que el Siluriano, pero mas antigua que el Devoniano, varios filones que no llegan hasta este último terreno se llenaron de cobre y de plomo, y se observan, cerca de Wexford, filamentos delgados ó listas de cobre, en el seno de capas Devonianas, no lejos de las localidades donde se explota la mina de cobre que yace en las capas Silurianas.

Aunque la edad precisa de estos filones de cobre se halla aun envuelta en la oscuridad, se puede sin temor de engañarse asegurar, que data del fin del período Siluriano ó del principio de la era Devoniana. Ademas del cobre, el plomo y la plata, existe un poco de oro en estas venas metalíferas antiguas ó primarias. Se han encontrado igualmente algunos pedazos de estaño entre el Drig (terreno de transporte) en Wicklow, y se supone que proceden de venas de la misma edad.

Volvamos ahora al Cornwall: allí descubriremos aun otros muchos monumentos de una serie de monumentos análogos. En primer lugar en aquella comarca apareció el granito; una vez formado, y poco mas ó menos hácia la misma época, se produjeron venas de otro granito de grano fino, muchas veces tortuosas, que penetraron al fin la costra exterior asi como las rocas fosilíferas ó primarias inmediatas, comprendiendo las capas de hulla; en tercer lugar surgieron los elvans en una direccion rectilínea al través del granito, de las venas graníticas y de los esquistos fosilíferos; en cuarto lugar llegó el estaño acompañado del cobre,

y este fue el primero de los ocho sistemas de hendiduras de diferentes edades de que hemos hablado al principio de este capítulo. En el caso actual por consiguiente, los filones de estaño, son mas modernos que los elvans. Algunos mineros de Cornwall han asegurado en verdad que estos elvans eran á veces posteriores á los filones mas antiguos de estaño; pero las observaciones recogidas por La Beche durante su viaje á nombre del gobierno le han conducido á una conclusion opuesta, y este sabio ha demostrado que se debian interpretar de otro modo los casos supuestos. Se puede, pues, afirmar que los filones mas antiguos del Cornwall, son mas modernos que las capas de hulla de esta parte de Inglaterra, y resulta de los hechos observados, que son de edad muy posterior al cobre y al plomo del Wexford ó de otros condados vecinos en Irlanda. Ahora bien, ¿cuánto mas modernos son estos filones del Cornwall que los últimos arriba mencionados? La respuesta no es fácil: puede decirse, sin embargo, que segun toda probabilidad no han pasado del principio del período Permiano, porque no se ha descubierto filon alguno de estaño al través de los gres rojos del grupo Poikilítico, grupo superior á la hulla en el Sudoeste de Inglaterra.

Los filones de plomo de las colinas de Mendip se prolongan, al través de la caliza de montaña, en el conglomerato Permiano ó Dolomítico, y los del condado de Glamorgan penetran en el seno del Lias. Otros que se explotan cerca de Frome en el condado de Somerset, han sido seguidos hasta la Oolita Inferior. En Bohemia los ricos filones de plata de Joachimsthal, cortan un basalto que contiene olivina y se halla sobrepuesto á un lignito de edad terciaria en que se hallan diseminadas hojas de árboles dicotiledones. La plata por consiguiente es aquí á no dudarlo de formacion terciaria; en cuanto al oro de los montes Urales en Rusia, que se saca principalmente lo mismo que el de California de los aluviones auríferos, se encuentra en venas de cuarzo en el seno de las rocas esquistosas y graníticas de aquella cordillera; Murchison, Verneuil y Keyserling suponen que es mas moderno que el granito sienítico del Ural; quizá seria de fecha Terciaria. Estos sabios observan que hasta el presente no se ha encontrado todavia oro en los conglomeratos Permianos que yacen en la base de los montes Urales, aunque grandes cantidades de fragmentos de hierro y de cobre, se hallen mezcladas á los cantos rodados de estas capas Permianas. Quizá las venas cuarzosas que contienen oro y platino, no existian todavia; pero seguramente no habian sido expuestas á la desnudacion acuosa que data de la era Permiana.

El Aluvion aurífero de Rusia, de California y de Australia, ha producido osamentas diversas de cuadrúpedos terrestres extinguidos; restos de mamuts son comunes en el guijo al pié de los montes Urales, mientras que en Australia los restos huesosos pertenecen á grandes Marsupiales, algunos de los cuales tenian la talla del Rinoceronte, y se aproximaban al Wombat vivo. Los Marsupiales recuerdan los géneros *Diprotodon* y *Notootherium* del profesor Owen. El oro del Chile septentrional, se halla asociado en las minas de los Hornos, á la pirita de cobre en venas que atraviesan las formaciones Cretáceo-Oolíticas, asi llamadas porque sus fósiles participan á la vez de los caracteres cretáceos y Oolíticos de la fauna de Europa. El oro que se encuentra en los Estados-Unidos, en el centro de las regiones montañosas de la Virginia, de las Carolinas del Norte y del Sur y de la Georgia, pertenece á las capas Silurianas metamórficas; pero se le encuentra tambien diseminado al través de un guijo que procede de estas capas.

Se ha descubierto el oro en casi todas las especies de rocas, tales como esquisto, cuarzita, gres, caliza, granito y serpentina, ya en filones, ya entre la masa que le sirve de caja á corta distancia de los filones. En Australia, se ha explotado con provecho no solamente en el aluvion, sino tambien en venas en el seno de la roca-madre, que generalmente consiste en arcilla y esquisto silurianos. La presencia del oro ha sido demostrada en esta region á mas de 9 grados de latitud (entre los 30 y 39 grados Sur), y en 12 grados de latitud; en toda esta superficie, su rendimiento anual ha igualado, sino ha superado, al del oro de California; y hasta el presente no hay ninguna razon para temer que el producto disminuya, y todavía menos que los depósitos lleguen á agotarse. Parece, pues, razonable, prever con Delesse un tiempo (y este tiempo no puede estar muy lejano), en que el valor del metal experimentará una depreciacion notable.

Segun Beaumont, se encuentra plomo y algunos otros metales á la vez en ciertos diques de basalto y de graunstein, y en el seno de filones unidos á las rocas trapeanas, mientras que el estaño yace con el granito, y en filones asociados á la serie granítica. Si esta regla es general, la posicion geológica del estaño, en cuanto á las localidades que han sido hasta el dia registradas por el minero, pertenecerian en su mayor parte á masas mas antiguas que las cargadas de plomo. Los filones de estaño serian, por la misma razon, mas antiguos, relativamente, que las formaciones ígneas ó granitos *sub-yacentes*, visibles á los ojos del hombre, y datarian, en suma, de una época mas antigua que las formaciones trapeanas que les estan sobrepuestas. Supongamos diferentes grupos de hendiduras producidos simultáneamente á diferentes niveles de la costra terrestre, y comunicando unas con masas volcánicas, y otras con rocas plutónicas; admitamos en seguida que todos estos grupos llegan á llenarse de sustancias metálicas variadas; las hendiduras que existen á niveles mas bajos, exigiran un tiempo mas considerable que las otras para aparecer en la superficie ó llegar al alcance del minero. La desnudacion y el alzamiento se mostraran tanto mas enérgicos para poner estas hendiduras á descubierto, cuanto estas se encuentren á mayores profundidadas en los primeros movimientos. Ha debido pasar una larga serie de acontecimientos geológicos antes de aparecer en la superficie del suelo las hendiduras que durante mucho tiempo se han hallado inmediatas á las rocas plutónicas, y recibido los gases arrojados por el enfriamiento. Pero no nos extendamos mas sobre este punto; el lector recordará lo que hemos dicho en los capítulos XXX, XXXIV y XXXVII, sobre la cronología de las formaciones volcánicas é hipógenas.

CONCLUSION.

La hipótesis segun la cual las rocas hipógenas habrian sido engendradas en diversas épocas sucesivas, y mucho mas la que supone rocas del mismo género aun hoy dia en vía de formacion, adquieren séquito de dia en dia, pero sus progresos son muy lentos. La resistencia que los ánimos les han opuesto, emana en parte de la oscuridad inherente á la verdadera naturaleza de la accion plutónica, cuyo teatro fue inmenso en ciertas épocas. Estas hipótesis, por otra parte, no han sido acogidas en un principio con mucho calor, por consideraciones extrínsecas; algunos geólogos no se habian decidido á admitir la doctrina de la transmutacion de las rocas fosilíferas en masas cristalinas; esperaban que se hubiesen descubierto indicios del principio de la serie, que permitiesen leer en la historia remota de nuestro sistema planetario, los hechos de las edades anteriores á la creacion de los seres organizados. Hasta el presente esta espectativa no ha sido coronada de éxito; en efecto, en nuestra marcha progresiva, no hemos tenido ocasion de encontrar límites á esta duracion, durante la cual ha querido el Ser todopoderoso y eterno, manifestar su voluntad creadora; pero hemos logrado, excediendo á nuestras

esperanzas, llevar la antorcha de las investigaciones muy lejos, hácia los tiempos anteriores á la existencia del hombre. Numerosos testimonios nos han mostrado el principio de la raza humana, y el de todas las especies que le son hoy contemporáneas ó que la han precedido; hemos deducido, por consecuencia, que el estado actual del mundo no habia existido eternamente como lo han supuesto algunos filósofos.

Monumentos multiplicados atestiguan suficientemente que la superficie de la tierra se ha renovado repetidas veces; cordilleras enteras de montañas han salido de su seno ó se han abismado en sus profundidades; se han abierto valles violentamente, se han llenado despues y vuéltose á abrir de nuevo; los mares y las tierras han cambiado de límites relativos; sin embargo, al través de todas estas revoluciones y de los cambios generales y locales de climas que de ellas han resultado, la vida animal y vegetal no ha cesado, ha continuado sin violacion de las leyes que rigen hoy la creacion orgánica, y trazan un límite á la variabilidad de las especies. La sucesion de los seres vivos parece haberse verificado, no por la transmutacion de las especies, sino introduciéndose de tiempo en tiempo sobre la tierra plantas y animales nuevos, de los cuales cada conjunto debió ser admirablemente apropiado para el estado regenerado del globo, porque las mismas especies no hubieran crecido, multiplicádose, ni durado períodos indefinidos. La astronomía no ha llegado aun á establecer la pluralidad de los mundos habitables en el espacio, por seductor que fuera por otra parte este objeto de conjetura y de especulacion; tampoco la geologia ha llegado ha probar que otros planetas se hallen poblados de seres vivientes apropiados á su clima, pero conduce á una conclusion no menos maravillosa, á saber, que en los tiempos antiguos, en la tierra que hoy puebla nuestra raza, han existido infinitas superficies habitables ó mundos, como se les llama, cada cual distinto por la época y por las especies acuáticas ó terrestres.

Las pruebas que hemos acumulado sobre la íntima analogía que existe entre los géneros extinguidos y vivos, son tantas y tan concluyentes, que nos es imposible dudar de la armonía comun que preside á todas las partes, y la misma magnificencia de invencion que admiramos en la creacion viva, caracteriza en el mismo grado el mundo orgánico en las épocas mas remotas. Pero este no es mas que un primer objeto de admiracion: cuando se hayan completado nuestros conocimientos sobre la inagotable variacion de los seres naturales, y nuestro espíritu se incline mas y mas ante la sabiduría infinita y el supremo poder del que todo lo ha sacado de la nada y todo lo ha organizado, nos quedará aun que considerar que solo á la última de las grandes series de la creacion se puede hasta el presente señalar un número ó límites al través del tiempo.

HISTORIA

DE LA

GEOLOGIA.

La cosmogonia mosáica en sus relaciones con la geologia y con la historia crítica de esta ciencia.

CAPITULO I.

La naturaleza y el objeto de este tratado nos conducen á considerar la historia de los progresos de la geologia bajo el doble punto de vista de los hechos conocidos y observados y de la Teología; porque los hechos no son la ciencia, no son sino los materiales que debe emplear para llegar á una concepcion, puesto que no puede haber sistematizacion rigorosa en geologia por falta de principio. Pero concepcion ó sistema, es preciso que la ciencia tenga algo; y por esto tiene que haber contacto forzoso entre la geologia y todas las ciencias de observacion, en primer lugar, y en definitiva, debe tambien existir este contacto con las ciencias morales. Esta es una necesidad de que ninguna ciencia puede escaparse, porque el universo físico-intelectual y moral es un todo, un conjunto armonioso del cual no se puede formalmente tocar un punto sin conmover al mismo tiempo todos los demás. Y la geologia, á causa del objeto de que se ocupa, ha podido menos que ninguna otra librarse de la necesidad de que hablamos. Y aun tal es la causa única, la causa poderosa, porque era moral, que ha dado á esta parte de los conocimientos humanos un interés tan vivo, un entusiasmo que ha conducido los ánimos á campos tan opuestos y á exageraciones tan incoherentes entre sí. Es porque, en definitiva, el mundo moral está sobre el mundo físico, y no puede consistir en perecer bajo la ruina de sus principios y de sus leyes, minadas por la pretension singular de crear el mundo físico á expensas del mundo moral, la tierra á expensas de la vida y de los destinos de la humanidad.

Se comprende, pues, todo el interés que presenta la ciencia geológica bajo este aspecto: en efecto, mientras no se ha tratado sino de explotaciones minerales y de industria, la geologia no ha hecho gran ruido; pero desde que se han querido sistematizar los hechos para sacar consecuencias, la lucha ha comenzado, y es preciso decirlo, los progresos de la ciencia han ganado en ello. Aquí, como en toda tentativa presuntuosa, los tanteos de los primeros ensayos de generalizacion han sido hostiles á la ley moral; pero á medida que el campo de la observacion se ha extendido, se ha empezado á ver claro y se ha marchado cada vez mas hácia la armonía de la verdad, y si esta armonía no se halla todavía establecida en todos los puntos, podemos esperar que los progresos que continuaran, la acabaran bien pronto.

Estas diferentes fases del progreso de la geologia son las que nos proponemos seguir. Consideraremos esta marcha bajo el doble punto de vista de la geognosia y de la geogenia, cuidando de separar con claridad en las diversas épocas los progresos reales de los errores, y mostrar el encadenamiento y las causas de estos que es la única refutacion racional; porque una vez demostrada la causa de un error, puede decirse que está destruida.

Dividiremos la Historia de la geologia en tres épocas; la primera, comprenderá los tiempos que han precedido á Aristóteles; la segunda abrazará el intervalo desde Aristóteles hasta Buffon; y la tercera empezará en Buffon para llegar hasta nuestros dias.

1.ª ÉPOCA.

Pasaremos rápidamente sobre esta primera época, que casi no es mas que la historia de las opiniones de los pueblos concebidas á priori, y unidas á sus sistemas filosóficos ó religiosos sin gran provecho para la ciencia. No lo haremos, pues, de ellas sino como memoria.

Como es imposible hablar de la geologia sin tocar al sistema entero del universo, ó á la *cosmogonía*, vemos que todos los antiguos se han visto conducidos por esto mismo, á abrazar el todo en una misma concepcion.

I. Los *Caldeos* se aproximaban mucho á los demás pueblos orientales en sus opiniones cosmogónicas; admitiendo una primera creacion de la tierra en medio de las aguas, creian que habia existido en un principio una primavera perpetua, y que las catástrofes terrestres habian ocasionado cambios en el estado de la tierra y de las estaciones. Segun Diodoro de Sicilia, creian que la tierra estaba hueca y que por el hundimiento de algunas partes de sus concavidades se habian elevado las montañas.

Pero parece que el Asirio Belo pensaba ademas que las aguas de los mares podian elevarse sobre las mas altas montañas, por la accion continuada de los pla-

netas en conjuncion bajo el signo de Capricornio; y que las aguas en estos grandes movimientos debian abrir valles, y por consecuencia formar montañas. Sin detenernos inútilmente á descubrir la opinion de Belo, observaremos ya en las opiniones caldeas el gérmen del sistema geológico llamado Neptuniano; pero como todos los pueblos antiguos, establecen en principio la primera creacion de la tierra.

II. *Egipcios*. Los sabios del Egipto reconocian que las aguas habian cubierto toda la superficie del globo primitivamente creado, que habian depositado en sus capas exteriores conchas y otros restos de seres organizados; que habia habido hundimientos de terrenos muy extensos, tales como el de la isla Atlántide de que hablaron á Solon los sacerdotes de Egipto, segun refiere Platon en su *Timeo*. Los Egipcios creian tambien que el eje del globo habia sido en un principio paralelo al del plano de su órbita, lo cual suponia una primavera perpetua; que despues se habia inclinado, pero que volveria á ser paralelo. Conocian la figura de la tierra y habian medido su extension de una manera bastante satisfactoria para la época. Añadian que las aguas de los mares se sumian en cavernas interiores, y que un dia podrian volver á salir y causar diluvios ó inundaciones mas ó menos considerables. De estas ideas se sigue que debian admitir la formacion de las montañas por los hundimientos del suelo bajo las aguas, y por su excavacion superficial por las aguas de los diluvios. Sin duda las agitaciones volcánicas de la cuenca del Mediterráneo y de sus orillas, la aparicion de varias islas en el seno de sus olas, servian de apoyo á algunas de sus ideas.

III. Los *Fenicios*, cuya cosmogonía es casi la de los Egipcios, parecen haber añadido á ella la opinion que atribuye la elevacion de las montañas á los fuegos volcánicos. La proximidad del Mediterráneo, la navegacion de aquel pueblo por dicho mar, donde habian debido observar islas volcánicas y volcanes en actividad en la mayor parte de sus riberas, dieron orígen sin duda á esta nueva opinion sobre la formacion de las montañas.

IV. Los *Indios* como los Egipcios y los Caldeos, admitian un gran abismo interior en el globo, un vasto receptáculo donde se hallaban las aguas. Representaban al mundo bajo la forma de un huevo; en el orígen los elementos creados se hallaban confundidos; despues Dios, que en su panteismo es todo, puso órden en ellos. La tierra se consolidó, las aguas sobrenadaron y formaron los mares; la maldad de los hombres causó un diluvio universal, despues del cual las aguas se abismaron en lo interior del globo, y volvieron á aparecer los continentes.

Algunos Indios admitian tambien el alzamiento de las montañas.

La geologia en todos aquellos pueblos no fue como vemos mas que la geogenia á priori, y aun acometia las cuestiones mas difíciles sobre el origen de la tierra de que admitian sin embargo la primera creacion.

Justino en un pasage donde quiere probar la anterioridad de los Escitas á los Egipcios, ha reasumido bastante bien toda la cosmogonía de los antiguos, que consistia en las dos hipótesis del fuego y del agua. «Al principio de las cosas, dice, ó las aguas cubrian la tierra, ó esta se hallaba abrasada por el fuego.»

Ahora bien, en una y otra hipótesis, el orígen de los Escitas es anterior al de los Egipcios; porque si el fuego ha dominado el primero, las regiones septentrionales han debido ser las primeras que se enfriaron y por consiguiente las primeras tambien que se poblaron. Si por el contrario, el agua ha cubierto el globo, las elevadas montañas de Tartaria ó de Escitia debieron ser las primeras que quedaron descubiertas y en disposicion de ser habitadas. Los animales han debido ser engendrados en ellas antes de serlo en Egipto.

Se ve que Justino supone un incendio general ó una inundacion general de la tierra. Ahora bien, de estas dos opiniones opuestas nacen tambien dos maneras opuestas de explicar la formacion de las montañas; ó por hundimiento acuoso ó por alzamiento ígneo, y acabamos de ver que una y otra habian sido admitidas.

V. *Hebreos*. Aparte de los sistemas y de los errores de los otros pueblos, Moisés y los libros santos nos presentan la tierra creada en el orígen, y recibiendo su forma de Dios mismo que la destinó á ser habitada, cubierta en un principio por las aguas, quedó en parte en seco para recibir en primer lugar las plantas, despues los animales, y finalmente el hombre, que fueron todos inmediatamente creados por Dios para un objeto y un fin. Pero si la Escritura nos presenta en seguida la tierra asolada por la caida del primer hombre, despues por un diluvio, consecuencia de los crímenes de los descendientes de Adan, nos la presenta tambien desgarrada interiormente por fuegos subterráneos. Nos muestra los temblores de tierra, hundiendo ó elevando montañas; nos muestra los efectos sincrónicos de las aguas por el agotamiento de los rios, por el desagüe de los lagos, las olas del mar, cuya violencia socava la piedra, desgasta poco á poco sus riberas y cubre el hundimiento y los restos de las rocas arrancadas del lugar de su formacion. Hé aquí, pues el gérmen y el fondo de todas las altas cuestiones de la geologia. La tierra, primitivamente creada con sus habitantes, y para ellos, despues modificada en su interior y en su superficie por las dos causas sincrónicas del agua y del fuego, que la conmueven y la cambian por sus esfuerzos reunidos. Toda la geologia está allí y se halla en perfecta armonía con las leyes del universo y con la moralidad humana.

VI. Los *Griegos*, entre los cuales se formularon por primera vez todas las ciencias de observacion, no dieron sin embargo grandes pasos en geologia.

Los primeros filósofos de la Grecia, herederos de las tradiciones caldeas, egipcias y fenicias, no se ocuparon como estos pueblos sino de las cuestiones mas difíciles de la cosmogonía, en la cual entraba naturalmente el orígen de la tierra; pero en realidad sin progreso alguno notable. Pasaremos, pues, rápidamente por estos primeros tiempos.

A Pitágoras se atribuyen, segun Ovidio, las primeras observaciones un poco precisas sobre los cambios geológicos de la superficie de la tierra. Véase lo que el poeta pone en boca del filósofo: «Nada puede conservar mucho tiempo la misma conformacion. El aspecto de todos los lugares ha cambiado; he visto mares donde en otro tiempo solo habia tierras; hé visto tierras formadas del lecho mismo del mar; se han encontrado conchas marinas muy lejos del mar, y una áncora vieja en la cumbre de las montañas; los torrentes han abierto valles en lugares que no eran mas que una extensa llanura, y las aguas desbordadas han cubierto colinas; los pantanos se han secado, y las tierras áridas se han vuelto pantanosas. La naturaleza ha abierto nuevas fuentes y ha secado otras; han nacido unos rios, y otros se han secado por temblores de tierra. Asi el Lico despues de haber entrado debajo de tierra, vuelve á aparecer mas lejos y renace por otra salida. Asi el rio Erásino ya se pierde, ya sale de su lecho subterráneo y viene á regar las llanuras de la Grecia. Se dice que el Caico abandonó su primer orígen y que corre hoy en un nuevo lecho. El Amaseno arrastra unas veces sus aguas sobre las arenas de la Sicilia, y otras veces queda en seco. Antisa, el Faro y Tiro estaban en otro tiempo rodeadas por las olas del mar y hoy ya no son islas. Leucades se hallaba unida al continente, y hoy está separada. Dícese tambien que Zancle estaba unida á la Italia; pero que la mar rompió esta union y que por la interposicion de sus aguas hizo de ella una tierra diferente. Si buscais en la Aca-

ya á Hélice y Bura, no las encontrareis sino bajo las aguas. Los marineros muestran todavía sus restos sumergidos. Cerca de Trezena, patria de Piteas, se ve una altura vacía y desnuda en un sitio que era en otro tiempo una llanura muy unida. Por un efecto que asombra y hace estremecer, los vientos subterráneos, buscando un camino y luchando para abrirse paso sin encontrar salida en aquella prision que los encerraba, elevaron aquella tierra como el soplo del aliento infla una vejiga ó una odre de cuero. Este abultamiento ha permanecido; tiene la forma de una colina elevada y se ha endurecido con el tiempo.

El agua misma recibe y comunica nuevas formas. La fuente de Ammon es fria al mediodia y se calienta por la mañana y por la tarde. Dícese que se enciende la madera acercándola cuando la luna está en menguante á las aguas de la fuente de Atamante. Los Ciconios tienen un rio que petrifica las entrañas á los que beben en él y su agua convierte en mármol todo lo que toca. Ortigia flotaba en otro tiempo en medio de las aguas y hoy está fija. El bajel que conducia á los Argonautas temia el encuentro de las olas que se estrellaban contra las islas entonces errantes que se llaman Simplégadas; hoy estan inmóviles y resisten á los vientos. Las cavernas del monte Etna, que se abrasan por los azufres que contienen, no vomitaran siempre fuego; no siempre le han vomitado; porque si la tierra es un animal que vive, que tiene respiraderos dispuestos en diferentes puntos para exhalar la llama, puede en sus movimientos cambiar los caminos de su respiracion, cerrar y abrir sus cavernas. Si son vientos encerrados en sus antros profundos los que hacen volar rocas, los que arrojan fuera materias en que estan contenidos los principios del fuego, y que se inflaman al chocarse, el fuego se extinguirá por sí mismo cuando estos vientos se hayan apaciguado. Si son materias bituminosas y sulfurosas que se inflaman por sí mismas, cuando la tierra envejecida cese de ofrecer alimento al fuego, cuando falte dicho alimento á este agente que la devora, perecerá de inanicion y dejando de ser sostenido dejará de esparcirse.»

Pitágoras, que admitia la eternidad del mundo y de la materia, no reconocia en ellos mas que cambios. Habia observado, como acabamos de ver, la accion de las aguas dulces y marinas, y la de las aguas calcaríferas en la superficie del suelo; habia observado tambien los fenómenos volcánicos, pero no está bien seguro de su causa; atribuye estos fenómenos á los vientos interiores, al fuego, ó á operaciones que podríamos llamar químicas. Como quiera que sea, atribuye la formacion de las montañas á varias causas; unas serian debidas al socavamiento de las aguas que habrian abierto valles; otras á elevaciones del suelo por los vientos interiores que causan los temblores de tierra, y otras en fin serian debidas á los volcanes. La presencia de las conchas en las montañas, es citada por primera vez. Las ideas de Pitágoras, aun la que hace de la tierra un animal, han sido reproducidas en varias épocas y aun en los tiempos modernos.

La escuela materialista de la filosofía griega de que fueron gefes Mosco, Leucipo, Demócrito y Epicuro, sostuvo, como es sabido, la formacion del mundo, y de la tierra en particular, por la agregacion de los átomos ó elementos eternos, en virtud de una fuerza inherente y propia. La geogenia de aquella escuela, segun lo que de ella conocemos, no vale mucho mas que su cosmogonía; por otra parte no nos enseña nada de nuevo.

Segun otro filósofo de la Grecia, Jenofanes de Colofon, se habian encontrado fósiles marinos en los mármoles de Siracusa, y la impresion de un pez pequeño en el fondo de las canteras de Paros.

2.ª ÉPOCA.

Desde Aristóteles hasta Buffon.

Vamos á entrar en un período que sin ser mas fecundo para los progresos de la geologia, empieza sin embargo á ser mas positivo.

Aristóteles, el padre de las ciencias de observacion, cuyo genio habia abrazado la enciclopedia de los conocimientos humanos, abre tambien el camino á la geologia positiva. Sin embargo hay que convenir en que no ha hecho por esta ciencia lo que ha hecho por las otras. En su meteorología es donde ha tratado especialmente de algunas cuestiones geológicas; véase el resúmen de su doctrina sobre este punto: «Los mismos lugares de la tierra, dice, no se hallan siempre en seco ni siempre inundados, sino que experimentan mutaciones por el nacimiento y el agotamiento de los rios; por esta razon las partes vecinas á los continentes y las inmediatas al mar, acostumbran á cambiarse. Estas no siempre han sido tierra y aquellas no siempre han sido mar; y donde hoy está el mar habrá un dia tierra, porque las tierras inmediatas al mar son invadidas por él, y otras quedan en seco; algunos no se secan y otros nacen. Muchos lugares cubiertos en otro tiempo de agua se hallan reunidos al continente, y si se pone atencion se verá que en un gran número de puntos el mar ha ocupado la tierra. La causa de todo esto debe atribuirse á grandes lluvias de invierno, á grandes desbordamientos, á las mismas causas que llenan el lecho de ciertos rios, mientras que otros son perpetuos. Pero como esta generacion natural de los rios y de los mares no se verifica sino sucesivamente alrededor de la tierra, el tiempo nos impide conocerla bien.» Cita el Egipto como formado por los acarreos del Nilo, y se apoya en el testimonio de Homero, que dice que Memfis pertenecia aun al mar en tiempo de la guerra de Troya. Cita igualmente varias comarcas de la Grecia, entre otras la Argólide que desecada mas recientemente que la Mesenia, era mas fértil en su tiempo. Dice tambien que la elevacion de las aguas del mar Rojo sobre el suelo del Egipto, hizo abandonar el proyecto de canal entre el mar Rojo y el Mediterráneo, á Sesostris primero y á Dario despues.

En el libro segundo de la meteorología, capítulos VII y VIII, habla de los temblores de tierra que atribuye á las aguas subterráneas, y principalmente á las aguas llovedizas de las estaciones húmedas; estas aguas penetran la tierra y la ablandan y de aquí proceden las sacudidas. Despues, cuando viene la sequía, sea por el calor del sol, sea por el fuego propio de la tierra, las exhalaciones se verifican, las partes se aprietan y producen otras sacudidas; en apoyo de su opinion, dice, que los temblores de tierra no se verifican sino en tiempo de grandes lluvias y despues, y en los lugares en que el mar y los rios corren por debajo de tierra, y cita algunos. Atribuye los volcanes á la misma causa.

Asi la geologia de Aristóteles tan positiva como es en su direccion, no es mucho mas avanzada que la de Pitágoras. La accion de las aguas es considerada de la misma manera; pero es mucho mas avanzada en su teoría de los temblores de tierra y de los volcanes, porque en lugar de los vientos interiores, introduce la reaccion de las aguas y del fuego para producir los fenómenos que mas tarde se llamaran volcánicos.

El historiador Herodoto y el geógrafo Eratósteles de Alejandría, hablan de conchas en espiral, de conchas de ostras y de otros moluscos sembrados en las montañas y el suelo de Egipto en las cercanías del templo de Júpiter Ammon como pruebas de la existencia de un lago análogo al mar Rojo, y que habria sido colmado por los acarreos del Nilo.

Si de la Grecia y de Alejandría pasamos á Roma, encontramos á Plinio y á Séneca que han repetido en parte lo que los Griegos conocian en geologia. Sin embargo, Séneca en sus Cuestiones naturales, nos presenta hechos interesantes. Su libro segundo trata casi todo de los temblores de tierra y de los volcanes, sobre los cuales habia compuesto un tratado especial en su juventud.

Demuestra cómo los temblores de tierra y los derrumbamientos alteran el curso de los rios y les cortan el paso y hacen nacer otros nuevos. Cita ejemplos en el monte Córico y en el monte Hemus, etc. Cita en la Caria corrientes de agua subterráneas que sacan peces al exterior; rios y corrientes que se pierden en cavernas subterráneas para reaparecer despues; el Tigris se halla en este caso; hay algunos que se pierden y reaparecen varias veces. Habla de algunos fuentes de Italia, del rio de los Cicones, del Albula, cuyas aguas calcaríferas ó sulfurosas petrifican los objetos que se sumergen en ellas; algunas fuentes saladas ó cenagosas, tales como la Aretusa, una fuente del Quersoneso de Rodas, etc.

Tambien dice que el Ponto Euxino desagua en el mar inferior con toda la rapidez de un torrente.

Despues volviendo á los temblores de tierra les atribuye con Calístenes, la catástrofe que arrojó á Hélice y Buris al mar, ó que lanzó el mar sobre aquellas ciudades. Segun Tucídides, hácia la época de la guerra del Peloponeso, la isla de Atalante fue total ó parcialmente destruida. Sidon tuvo la misma suerte, si ha de darse crédito á Posidonio. El Ossa y el Olimpo que no formaban mas que una inmensa montaña, fueron separadas en dos por un temblor de tierra; se vió entonces brotar el Peneo que dejó en seco los pantanos que hacian insalubre el aire de la Tesalia y arrastrar las aguas que se corrompian por falta de salida. El orígen del Ladon que corre entre Elis y Megalopolis data de un temblor de tierra. El Egipto no se halla mas exento de estas sacudidas que las otras orillas del Mediterráneo y sus islas; porque todas las costas estan sujetas á temblores de tierra; testigo Pafos arruinada mas de una vez, y la famosa Nicópolis en que esta plaga era familiar. Chipre, á quien rodea un mar profundo, no se halla exenta ni tampoco Tiro de dichas sacudidas; así ha arrancado el mar las Españas del continente africano; así la inundacion tan celebrada por grandes poetas ha separado la Sicilia de la Italia. Atribuye tambien á los temblores de tierra á There y Therasia, y esta isla contemporánea, dice, que hemos visto nacer en el mar Egeo.

Refiere la catástrofe que acababa de asolar á su vista la Campania, y de sepultar á Pompeya y Herculano; Tiro, añade, ha sido tristemente célebre por sus hundimientos. El Asia (Menor) perdió de una vez doce ciudades. Este azote misterioso, que recorre el mundo, hirió el año último á la Acaya y á la Macedonia, como poco ha á la Campania.

«Busquemos, pues, cuál es la causa que agita la tierra hasta sus cimientos y sacude esta poderosa masa; porque los intervalos son unas veces largos y otras repentinos é irregulares; porque la tierra sorbe rios muy nombrados por lo caudalosos, y han salido otros de su seno, porque brotan fuegos de las montañas ó de las rocas por cráteres en otro tiempo desconocidos, mientras que volcanes famosos durante muchos siglos vienen á apagarse. ¡Qué prodigios acompañan á los temblores de tierra! Ellos cambian la faz de los lugares, arrojan de su sitio á las montañas; elevan llanuras, llenan valles, hacen surgir del fondo de los mares nuevas islas. Las causas de estas revoluciones merecen ciertamente profundizarse.»

«La causa que hace temblar la tierra es debida segun unos al agua; segun otros al fuego; otros designan á la tierra misma; otros al aire; algunos admiten el concurso de varias de estas causas, y hay quien las admite todas. Por último se ha dicho que indudablemente era una de ellas, pero no se ha asegurado cuál. Examinemos cada uno de estos sistemas; los de los antiguos, debo decirlo ante todo, son poco exactos, y por decirlo asi, informes.» Séneca expone estos diferentes sistemas y el suyo; no tienen de notable mas que la idea en gérmen que mas adelante atribuirá los volcanes á los agentes químicos.

En fin Séneca, como varios antiguos, ha admitido que las aguas pueden elevarse á la cima de las montañas por grandes mareas, y supone que pueden sostenerse sobre su nivel natural.

Lo que hay de notable en la geologia de Séneca, son los numerosos hechos por medio de los cuales muestra á la causa acuosa y á la causa ígnea obrando aun en su tiempo con una gran actividad; uniendo sus esfuerzos para producir todos los fenómenos que la observacion demuestra hoy menos numerosos quizá, aunque en mayor escala; la observacion moderna tiene en efecto el mundo entero á su disposicion, mientras que Séneca no tenia mas que el periplo del Mediterráneo. Ahora bien, él nos manifiesta todo este periplo y la cuenca de este mar agitadas y continuamente transformadas por una serie de fenómenos verificados en los tiempos históricos. Este es un hecho importante.

En resúmen, antes del cristianismo, los pueblos de la antigüedad no nos ofrecen sino muy poca cosa sobre la geologia. En un principio se habian ocupado de la cosmogonía cada cual bajo su punto de vista, y mas bien como un sistema religioso ó filosófico, que como perteneciente á la geologia primitiva. Si entre los Caldeos y los Egipcios aparecen en gérmen los dos sistemas geogénicos de los Neptunianos y de los Plutonianos, es mas bien de una manera vaga y á priori que fundados en una observacion directa de los hechos. Otro tanto debe decirse de los Fenicios y de los Judíos, asi como de los primeros tiempos de la Grecia.

Aristóteles, Pitágoras, ó mas bien, Ovidio y Séneca entran los primeros en la observacion de los hechos. La causa acuosa en casi todos sus detalles, la causa ígnea sincrónica de la primera, son bastante bien analizadas en sus efectos; los fósiles empiezan á ser conocidos; la formacion de ciertas montañas por las aguas, el alzamiento de otras y la aparicion de islas volcánicas, vienen á establecer los primeros gérmenes de todas las teorías que veremos desarrollarse mas tarde. Pero todo aquí es aun superficial, no se ha penetrado en la corteza del globo, no se habla ni de hiladas, ni de capas sobrepuestas y diferentes por su composicion, su orígen marino ó de agua dulce, en una palabra, los grandes hechos de la geognesia que la geogenia tendrá que explicar mas tarde, no son todavía conocidos, ni aun sospechados.

Pero en medio de todos los pueblos de la antigüedad, el pueblo judío habia recibido la palabra divina en las sagradas Escrituras; y allí con mas sabiduría y reserva todas las cuestiones fundamentales de la geologia son tratadas en sus verdaderas relaciones con el mundo y con el hombre sin ninguno de los errores que encontramos en los sistemas cosmogónicos de los otros pueblos.

El cristianismo al venir á la tierra, tenia sobre todo por mision la mejora moral y la obtencion de los destinos gloriosos de la humanidad, no debia, pues, ocuparse al principio de las ciencias humanas, sino en cuanto estas confundidas en la unidad, pudieran relacionarse con el grande objeto que se trataba de alcanzar. Esta es la razon por qué el grande esfuerzo de los padres de la Iglesia debió ser la introduccion de todos los conocimientos humanos en el cristianismo; así los condujeron á su verdadero fin, sin tratar de desarrollar de otro modo sus progresos. Aceptaron asimismo estas ciencias con sus defectos y sus erro-

res de hechos y observaciones; tenian una mision mucho mas elevada que cumplir, que la de sustraer á la vivificacion moral de la humanidad un tiempo muy precioso entonces para ocuparlo en investigaciones minuciosas, inútiles en esta época, y que hubiesen sido asimismo estériles porque no habia llegado su tiempo. Solo cuando se haga sentir su necesidad lógica y social, las ciencias de observacion podran recobrar su marcha progresiva.

La geologia debió seguir en este gran movimiento moral de la humanidad, la suerte de las demás ciencias de observacion; los primeros Padres aceptaron tales como eran las nociones geológicas de los Griegos y de los Romanos; asi es que vemos á Tertuliano en una de sus obras repetir sumariadamente todo lo que hemos leido en Séneca y Aristóteles sosteniendo la tesis de que todo es cambio de la superficie de la tierra como en todos los seres creados. Mas tarde San Agustin citó como dientes de un gigante, algunos dientes molares del mastodonte sin duda.

Sin embargo, el gran punto filosófico al que la geologia nos conduce invenciblemente, es decir, la cosmogonía, no se descuidó. El gran dogma de la creacion era en efecto el punto de partida; el fundamento necesario de todas las verdades cristianas; separaba ademas para siempre la filosofía cristiana del panteismo y del materialismo griego ó indio. Destruia por otra parte el paganismo en su base acusándole de dar á las criaturas el culto y los homenajes que no eran debidos sino á Dios. Asi este gran dogma llegó á ser el primero y principal objeto de la lucha cristiana contra el paganismo y su filosofía.

La cosmogonía de Moisés, recibida y demostrada por el cristianismo como una verdad divina y revelada, debió de ser y fue en efecto examinada en todos sus detalles por todos los padres de la Iglesia casi sin excepcion.

Una consecuencia importante que conviene consignar aquí y que resulta de todos sus trabajos sobre este punto, es que todos sin excepcion se consagraron á demostrar el sentido natural y literal del texto de Moisés; probaron primero, que Dios lo habia creado todo en el conjunto y en los detalles; enseñaron despues con Moisés y toda la Escritura, que Dios habia creado inmediatamente la tierra para ser habitada; que habia hecho la luz, abierto la cuenca de los mares y dado límites á las olas del Océano; que habia creado inmediatamente los vegetales para los animales y para el hombre, que habia creado y colocado los astros en el cielo, y establecido directamente la armonía de sus movimientos; que Dios habia creado tambien todas las especies animales en armonía con el mundo, y que todo habia sido hecho para el hombre creado á imágen y semejanza de Dios.

En fin tomando á la letra el texto de Moisés, todos los Padres enseñaron que los seis dias de la creacion eran dias naturales, dias como los nuestros, entendidos en el sentido rigoroso de la palabra. Esto es por lo menos lo que resulta de todo el conjunto de su doctrina, y es punto que debemos notar con cuidado, porque mas tarde los sistemas de interpretacion invocaran la autoridad de algunos Padres para sostener que los dias de la creacion deben ser considerados como épocas indeterminadas.

Ahora bien, San Agustin es el único Padre en que se han podido encontrar algunas expresiones que se han interpretado en un sentido enteramente opuesto á sus pensamientos. Siempre es facil tomar asi la mitad de la frase de un autor, para hacerle decir lo que jamás ha pensado. San Agustin ha hablado de los dias de la creacion en varias de sus obras, pero particularmente en su Genésis *ad litteram*, y en su *Ciudad de Dios*. En todas partes profesa la misma doctrina sobre este punto. Siempre ha explicado alegóricamente los seis dias; para él, el dia significaria la creacion y la perfeccion de la cosa creada, la noche significaria la ausencia y la imperfeccion de esta cosa. En el capítulo XXVI del Génesis *ad litteram*, dice: *que los seis dias no son como los dias medidos por el sol*, y ha repetido esta misma frase en varios puntos. De aquí se ha inferido que San Agustin consideraba estos dias como épocas; pero si se hubiesen tomado el trabajo de acabar la lectura de la frase, se hubiese deducido todo lo contrario; porque he aquí el sentido completo de toda la frase. «Los seis dias no son como los dias medidos por el sol, sino de estos seis dias que no son mas que uno, significan la luz espiritual por la cual los ángeles conocen todo en el Verbo de Dios, etc.» Despues, expone en algunos capítulos del mismo libro, cómo los seis dias no son sino los grados de conocimiento por los cuales los ángeles han conocido la creacion, y en el capítulo XXXIV da por causa de su interpretacion, que la creacion de todas las cosas ha sido hecha al mismo tiempo, *simul omnia facta sunt*, segun el texto de la Escritura, *qui vivit in æternum creavit omnia simul*, y trata de explicar cómo esto no contradice la sucesion de los seis dias, ya que la sucesion de los dias, se refiere al conocimiento sucesivo de los ángeles (capítulo XXXV) que han conocido, primero en el Verbo, y despues en sí mismas, las criaturas que no han sido hechas por *intervalos de tiempos separados*, sino que tienen una anterioridad y una posterioridad en la conexion de las criaturas, mientras que en la eficacia del poder creador, todas las cosas han sido hechas al mismo tiempo, y los dias solares no han sido hechos sino para elevarnos á la inteligencia de los dias espirituales.

En la *Ciudad de Dios*, libro XI, capítulo VI, San Agustin dice: «Es muy difícil ó aun imposible comprender la naturaleza de estos dias; cuanto mas lo será el explicarla?» Capítulo VII: «Porque vemos que nuestros dias ordinarios no tienen su tarde sino a la caida del sol, y su mañana sino á su salida, en lugar que estos tres primeros dias han transcurrido sin sol, que no fue creado hasta el cuarto segun la Escritura. Es verdad, que esta nos dice que Dios crió primero la luz y la separó de las tinieblas, que llamó á la luz dia, y á las tinieblas noche; pero el saber cual era esta luz y por qué vicisitud de movimiento se hacia la tarde y la mañana, es una cosa que nos es absolutamente desconocida, y no sabemos comprender lo que es, aunque debamos creerlo sin dificultad. Porque ó aquella era una luz corporal, ya sea que exista en las partes superiores del mundo y apartada de nuestra vista, ya que el sol haya sido encendido en ella, ó esta palabra de luz significa la santa ciudad compuesta de los ángeles y de las almas bienaventuradas..... Sin embargo, este dia tiene, en alguna manera, su tarde y su mañana, porque la ciencia de la criatura es como una tarde en comparacion de la del Criador. Pero se convierte en un dia y una mañana, cuando se refiere á su gloria y á su amor, y no se inclina hácia la noche, cuando no se abandona al Criador para aproximarse á la criatura. En efecto, la Escritura contando estos dias por órden no cita jamas la palabra noche, porque no dice en ninguna parte. Hubo una noche, sino *De la tarde y de la mañana se hizo un dia*; y asi del segundo y de los siguientes. Porque el conocimiento de la criatura en sí misma tiene menos claridad que cuando se la conoce en la sabiduría de Dios, como en el artífice que la ha producido, de suerte que se la puede llamar mas oportunamente una tarde que una noche. Y sin embargo, como ya he dicho, cuando se la refiere á la gloria y al amor del Criador se convierte en cierta manera en una mañana. Asi cuando esto se hace por el conocimiento de sí mismo por los ángeles es un dia (el dia angélico, el dia de la luz).

«Cuando es por conocimiento del firmamento, que ha sido colocado entre las aguas inferiores y superiores, y llamado cielo, es el segundo dia. Cuando es por el conocimiento de la tierra y del mar y de todas las plantas que estan fijas en la tierra por sus raices, es el tercer dia. Cuando es por el conocimiento de los dos grandes astros y de las otras estrellas, es el cuarto dia. Cuando es por el conocimiento de todos los animales engendrados de las aguas, ya naden ó vuelen, es el quinto dia. Y en fin, cuando es por el conocimiento de todos los animales y del hombre mismo, es el sexto dia.

Capítulo XXX: «Ahora bien, la Escritura dice, que todas estas cosas fueron acabadas en seis dias, no porque Dios haya tenido necesidad de este tiempo como si no las hubiera podido crear todas á la vez y hacerlas en seguida marcar el tiempo por movimientos convenientes, sino para mostrar la perfeccion de sus obras por la del número seis.» Porque lo mismo que el número seis está compuesto de sus partes exactas, 1, 2 y 3, el mundo es un todo armónico compuesto de sus partes que son las criaturas.

Seria inútil añadir mas á este resúmen, ya demasiado largo, de la doctrina de San Agustin sobre la naturaleza de los seis dias de la creacion, porque no hariamos mas que repetir lo ya dicho. Ahora bien, es bien claro que lejos de haber enseñado que estos dias eran épocas, San Agustin por el contrario ha enseñado formalmente que todas las criaturas habian sido hechas juntas. Su interpretacion mística de los dias no puede por lo demás dar apoyo alguno á la tesis de las épocas ó períodos indeterminados.

La tesis de las creaciones y destrucciones sucesivas por períodos ha nacido del panteismo indio que enseñaba, que Dios, que es todo, se extendia en el mundo exterior por una produccion sucesiva de los seres los unos por los otros; despues al cabo de cierto número de siglos, todos estos seres entraban de nuevo unos en otros, y finalmente en el gran todo. Entonces empezaba una nueva creacion ó expansion del ser que se destruia ó volvia á entrar en el gran todo de la misma manera, y asi sucesivamente hasta la eternidad. Aplicada á la tierra esta doctrina, la ha representado algunas veces adornada de una magnífica creacion, asolada despues por un diluvio ó cataclismo universal que todo lo destruia; á este cataclismo sucedia una nueva creacion sobre la tierra, y era destruida como la primera para dar lugar á una tercera y asi sucesivamente; de esta manera es como varios sistemas indios han formulado una teoría cosmogónica de la tierra.

Todos estos sistemas pasaron de la India á la escuela de Alejandría y formaron la base del gnosticismo; pero nunca fueron aceptados por los padres de la Iglesia, quienes por el contrario los combatieron. La tesis de las épocas indeterminadas introducida en geología no es mas que un resto del panteismo indio y del gnosticismo alejandrino, y autores católicos que no han estudiado la ciencia ni los Padres, no han temido sostener esta tesis como enseñada por los Padres que la han combatido y apoyada por la ciencia que la refuta como veremos mas adelante.

Desde la cosmogonía de los padres de la Iglesia que tomaba la ciencia por su punto capital para la moralidad humana, hasta los estudios de la geologia de observacion en los tiempos modernos, la historia no nos ofrece absolutamente nada mas que la repeticion de la doctrina de los Padres y datos vagos de los antiguos por los autores de la edad media. Pero cuando las ciencias físicas y las ciencias de los seres organizados hayan hecho un progreso suficiente para ilustrar la geologia, esta comenzará sus observaciones y sus teorías.

En efecto, á los fósiles se debe el nacimiento de todas las teorías que vamos á seguir en su desarrollo; sin ellos nunca se hubiera pensado probablemente que haya en la formacion del globo épocas sucesivas y una serie de operaciones diferentes.

Entre los antiguos, Herodoto, Estrabon, Platon, Séneca, Plutarco, Ovidio, Tertuliano y otros, consideraron, como hemos visto, las conchas, las arenas y los cantos rodados que se observan en tantos puntos del suelo y hasta en la cumbre de las montañas, como una prueba cierta de la antigua estancia del mar sobre nuestros continentes. Esta observacion de donde en cierto modo procede toda entera la geologia, ha hecho una larga cuarentena antes de ser irrevocablemente acogida por la ciencia.

Durante mucho tiempo los fósiles fueron considerados bajo el nombre de piedras figuradas como simples juegos de la naturaleza, productos singulares formados en el seno de la tierra por una fuerza plástica y ciertas leyes ocultas.

Un alfarero llamado Bernardo de Palissy fue entre los modernos el primero que á fines del siglo XVI reclamó contra la preocupacion y sostuvo en París mismo que las conchas fósiles eran verdaderas conchas depositadas en otro tiempo por el mar en los lugares en que se encuentran hoy.

El error contrario prevaleció todavía durante cerca de un siglo. Tuvo un ardiente defensor en el doctor Beringer, profesor en Wurtzburgo; pero su libro, en el cual la malicia de sus discípulos le hizo publicar soles fósiles, estrellas fósiles, tela de araña fósiles, etc. contribuyó quizá mas á desacreditarle que el buen sentido de Palissy.

Cerca de un siglo mas tarde por los años de 1660 y mas, Lister habia ya afirmado que cada roca estaba caracterizada por conchas fósiles diferentes, y pretende aun que difieren específicamente de las conchas de nuestros mares.

Casi en la misma época Nicolás Stenon distinguió el primero las rocas primitivas anteriores á la existencia de las plantas y de los animales sobre el globo, y que por consiguiente siempre contienen restos orgánicos, y las rocas secundarias sobrepuestas á las primeras llenas de estos restos. Consideró cada roca secundaria como un sedimento depositado por un fluido acuoso, y exponiendo un sistema enteramente semejante al de Deluc sobre la formacion de los valles por hundimientos longitudinales, y sobre la inclinacion de las capas en un principio horizontales, admite para el suelo de la Toscana, á la manera de los partidarios de las revoluciones del globo, seis grandes épocas de la naturaleza, segun que el mar inundó periódicamente los continentes ó se retiró á sus antiguos límites. En estos primeros tiempos, la geognosia y la geogenia no podian aun prestarse apoyo mutuo porque los hechos faltaban.

Sin embargo, una vez reconocido el orígen vegetal y animal de los fósiles, se quiso explicarlos y la primera idea fue atribuirlos al diluvio. Aquí comienza una serie de teorias cuyas bases expondremos rápidamente.

Durante mucho tiempo no se han admitido mas que dos acontecimientos; dos épocas de mutacion en el globo: la creacion y el diluvio; y todos los esfuerzos de los geólogos tendieron á explicar su estado actual, imaginando un cierto estado primitivo modificado despues por el diluvio, cuyas causas, accion y efectos cada cual imaginaba tambien á su manera.

Tomás Burnet, escritor inglés fue el primero que ensayó en 1681 la teoría de la tierra, que pretendió estar de acuerdo con los libros santos. Para él la tierra fue primero una masa fluida compuesta de toda clase de materias; las mas pesadas descendieron al centro y formaron un núcleo sólido. Este núcleo fue envuelto por las aguas y por la atmósfera; una capa oleosa cubrió el orbe de las aguas y sobre esta capa se solidificaron las partes terrosas del aire; formaron una costra que fue la primera tierra habitable sin monta-

ñas, sin valles, sin rios, etc., y sobre la cual reinó una primavera perpetua durante diez y seis siglos. Esta costra limosa, desecada y hendida por el calor del sol, dió paso á las aguas que cubria, y así acaeció el diluvio, del cual data la formacion de las montañas y los valles y de nuestros mares, que son como una eyaculacion del antiguo abismo, con cuyas cavidades interiores se hallan siempre en comunicacion. Trabajo cuesta comprender que el autor haya podido dar el nombre de teoría de la tierra á un sueño tan singular, tan vacío de observacion y al mismo tiempo tan opuesto á la ciencia y á los libros santos que pretendia explicar.

Dos años despues Leibnitz aseguró como Descartes que la tierra era un sólido apagado, un globo vitrificado, sobre el cual cayeron los vapores al tiempo de enfriarse, y formaron mares que depositaron en seguida los terrenos calizos. Leibnitz pretende que la tierra fue abrasada en el momento en que Dios separó la luz de las tinieblas. Ha querido explicar un texto en relacion con su hipótesis y fundar despues esta hipótesis sobre la interpretacion arbitraria de dicho texto. Y no ha visto que esta interpretacion y este abrasamiento en cuanto al lugar en que le coloca no estan de acuerdo con otras circunstancias del relato de Moisés, puesto que el historiador sagrado nos representa á la tierra como enteramente cubierta de agua en el dia en que Dios separó la luz de las tinieblas, y que aun en el segundo dia en lugar de cambiarse en vapores como habria debido suceder en la suposicion de Leibnitz, las aguas se reunieron en parte en la cuenca de los mares.

La segunda hipótesis no se aviene mejor con el texto. En efecto, decir que el mar cubrió al mismo tiempo toda la tierra y que por esta razon se encuentran conchas en todas partes, es olvidar una cosa muy esencial, la unidad de tiempo que el historiador sagrado indica para la creacion; porque si fuera asi seria necesario admitir que los animales marinos, cuyos restos se encuentran, han existido los primeros y mucho tiempo antes que el hombre, antes que los animales y los vegetales terrestres; ahora bien, independientemente del testimonio de los libros santos que nos enseñan que las plantas han sido creadas antes que todos los animales, y que todas las especies, ya sean animales, ya vegetales han sido contemporáneas, hay otras razones para creer que todas las clases de animales y de vegetales son tan antiguas unas como otras, pues que todas, sin excepcion, estan representadas en los terrenos mas antiguos y mas profundos. Por otra parte es cierto que en todos los puntos de la serie de los terrenos se encuentran capas fluviátiles ó de embocadura y capas marinas; asi los mares, los rios y las tierras descubiertas, siempre han existido al mismo tiempo, y los mares no han cubierto jamás toda la superficie de la tierra á la vez. Por consiguiente la hipótesis de Leibnitz está en contradiccion, no solo con el texto que pretende explicar sino aun con los hechos de la ciencia.

Woodward, médico inglés, ha supuesto que en tiempo del diluvio, la tierra habia sido disuelta por las aguas, que las materias mas pesadas se habian precipitado las primeras, lo cual es contrario á los hechos de la observacion que nos presenta una multitud de rocas mas ligeras debajo de otras mas pesadas. Pretende ademas que las aguas dotadas de una virtud disolvente para las rocas, estaban dotadas de una virtud contraria para las conchas y se empastaron en las materias petrosas disueltas.

Esta hipótesis es opuesta á las leyes de la mecánica y aun al relato de Moisés que nos enseña, que la tierra ha sido simplemente cubierta por las aguas.

Seis años mas tarde Whiston partiendo de la astronomía formuló otra idea sobre la creacion de la tierra. Pretendió que Moisés no nos ha dado la historia de la primera creacion, sino solamente la historia de la nueva forma que la tierra ha tomado cuando la mano de Dios la ha sacado del número de los cometas para hacer de ella un planeta.

Segun él, el orígen de la tierra ha sido la atmósfera de un cometa, y el diluvio ha sido causado por la cola de otro cometa. Admite el fuego central y atribuye al diluvio todos los cambios interiores y exteriores del globo. Adoptando ciegamente todas las teorías de Woodward, asegura despues que la tierra será destruida por el fuego devorador que la purificará, y entonces los santos la habitaran durante mil años hasta el juicio final.

Bourguet en una memoria que apareció en Amsterdam en 1729, con sus cartas filosóficas sobre la formacion de las sales, pretendió que todas las montañas habian sido formadas por las aguas, y dió por prueba la correspondencia de los ángulos salientes y entrantes de las cordilleras que se hallan á cada lado de los valles. Por lo demás su teoría de la tierra es poco mas ó menos la misma que la de Whiston y de Woodward.

Scheuchzer en 1708, atribuye tambien la formacion de la superficie de la tierra al diluvio.

En fin, Ray ha hecho un tratado para probar que las montañas han sido producidas por temblores de tierra.

Todos los sistemas que acabamos de indicar concuerdan en un punto, en que suponen evidentemente, sino lo dicen, que la tierra no ha podido ser habitada antes del diluvio por los mismos animales y los mismos vegetales que despues; ahora bien, esta suposicion está en contradiccion con la Escritura, como con la ciencia, que nos muestra en los fósiles de todas las capas del globo la misma organizacion que en los seres vivos. Esta doble contradiccion tuvo dos causas; la independencia y la soberanía de la razon, proclamadas por el protestantismo que quisieron interpretar la Escritura fuera de la autoridad de la Iglesia; la segunda causa vino del estado de la ciencia.

Estos sistemas, aunque mas adelantados en ciertos detalles que las ideas de los antiguos, no son sin embargo mas que una especie de continuacion suya y como su fin.

Los hechos faltaban, las capas regulares en su superposicion, las alternativas de las capas marinas y de agua dulce, la diferencia entre los fósiles de las diversas capas, etc., eran completamente desconocidas; he aquí por qué se atribuia al diluvio la formacion de la superficie del globo, y el enterramiento de los fósiles; pero desde que estos hechos quedaron fuera de duda, ha sido imposible aceptar que hayan sido producidos por un diluvio. No hablamos de otros errores de física, de las imposibilidades y contradicciones que una ignorancia excusable entonces, habia acumulado en todos estos sistemas que van á ser desterrados de la ciencia por Buffon, verdadero creador de la geología positiva.

CAPITULO II.

Si es posible que una ciencia salga completa de la cabeza de un hombre, Buffon habia creado la geología entera. Su teoría de la tierra es un esfuerzo de genio, cuando se tiene en cuenta la época de su aparicion; fundada en un cierto número de hechos incontestables, es con las pruebas que ha agregado á ellos, la verdadera base y el punto de partida ya considerablemente ensanchado de la geología positiva que la sana observacion desarrollará. Pero al lado de la teoría de la tierra, vienen á colocarse las épocas de la naturaleza, sueño magnífico de un genio que forma las hipótesis mas atrevidas, dándoles por su poder y por un verdadero progreso en este trabajo, una apariencia de solidez. En esta segunda tentativa Buffon ha tenido sectarios é imitadores, pero no ha sido aventajado por

ellos; aquí está el punto de partida de la geologia hipotética que no tiene en cuenta los hechos sino para plegarlos á la hipótesis.

Analizaremos primero su teoría de la tierra con las pruebas que ha publicado á continuacion, y despues diremos una palabra acerca de sus épocas de la naturaleza, en donde al lado de la hipótesis se encuentra un primer paso poderoso en la paleontologia.

Por primera vez Buffon en su teoría de la tierra, da un estado satisfactorio de la corteza del globo; despues de haber analizado las causas que actualmente obran en su superficie, llega á esta y reasume asi su testura:

«La primera capa, dice, que envuelve el globo, es por todas partes de la misma sustancia; es un compuesto de partes animales y vegetales destruidas, es el humus ó tierra vegetal. Debajo hay capas de arena, de piedra, de cal, de arcilla, de conchas, de mármol, de guijo, de creta, de yeso, etc. Estas capas son por lo comun paralelas; se encuentran algunas veces rotas por pendientes perpendiculares. En el interior de la tierra, en la cima de los montes, y en los lugares mas distantes del mar, se encuentran conchas, esqueletos de peces de mar, plantas marinas etc., enteramente semejantes á los animales y á las plantas que viven actualmente en el mar. Estos restos se hallan incorporados á la sustancia misma de la piedra que los encierra y forman parte de ella.»

Asi es como empieza Buffon por la exposicion geognóstica de la superficie del globo; despues entra en la geogenia. Pero aquí debemos hacer observar que en su tesis del orígen de la tierra desprendida del sol por la cola de un cometa, habia establecido como principio verdadero, la necesidad de las montañas primitivas para que la vida pudiera existir sobre la tierra. Este hecho es importante de notar y debe ser añadido á su teoría, que no se ocupa en efecto sino de los cambios ocurridos despues de la creacion del globo, que admite pura y simplemente en su teoría positiva de la tierra.

Buffon comienza la geogenia por el exámen de la causa acuosa: «Los cambios, dice, ocurridos en el globo terrestre, desde hace dos y aun tres mil años, son muy poco considerables en comparacion de las revoluciones que han debido verificarse en los primeros tiempos despues de su creacion; porque es fácil demostrar que como todas las materias terrestres no han adquirido solidez sino por la accion continua de la gravedad y demás fuerzas que aproximan y reunen las partículas de la materia, la superficie de la tierra debia ser al principio mucho menos solida que lo que se ha hecho despues, y por consiguiente las mismas causas que hoy no producen sino cambios casi insensibles en el espacio de algunos siglos, debian entonces causar grandes revoluciones en un corto número de años. En efecto, parece cierto que la tierra, hoy seca y habitada, ha estado en otro tiempo bajo las aguas del mar, y que estas aguas eran superiores á la cumbre de las montañas mas elevadas. Se han necesitado años para producir los diferentes bancos de roca, y no pueden ser efecto del diluvio.»

Buffon ha demostrado que todos estos bancos, diversos de roca y de conchas, no podian ser atribuidos al diluvio, y de esta manera ha destruido todas las teorías anteriores que estaban fundadas en la hipótesis contraria.

«Las aguas continuas, han permanecido sobre la tierra; han depositado las capas horizontales de diferentes materias que componen el suelo.»

«Habiendo sido, pues, nuestra tierra un fondo de mar, para explicar lo que observamos en ella, veamos lo que pasa en el mar. El movimiento continuo de las aguas lleva de un punto á otro materias que deposita en ellos. El mar cubre insensiblemente ciertos terrenos y deja otros en descubierto; estos se secan y forman parte de los continentes terrestres.

Los depósitos acumulados en ciertos lugares formaran masas que se convertirán en montañas; estas se compondran siempre de capas horizontales é igualmente inclinadas segun los accidentes y direcciones del suelo. Ahora bien, la observacion del suelo marino, la sonda de las infinitas profundidades de las aguas, prueban que el fondo del mar está sembrado de montes y valles como la tierra.

Si el mar gana en ciertas orillas, pierde en otras; ademas tiene un movimiento general de Oriente á Occidente; lo cual da razon del cambio de tierra en mar y de mar en tierra. La mayor irrupcion del Océano es la que separó la Europa del Africa y produjo el Mediterráneo. Esta irrupcion está probada por el movimiento de la corriente del Océano hacia el Mediterráneo, corriente opuesta á todas las demás corrientes del Océano; está apoyada por el testimonio de los antiguos; Diodoro de Sicilia y Estrabon lo dicen positivamente; se halla confirmada por las observaciones que se han hecho sobre la naturaleza de las tierras en la costa de Africa y en la de España, pues se encuentran los mismos lechos de piedra y las mismas capas de tierra á uno y otro lado del Estrecho.

El mar Caspio, el mar Negro y el lago Aral no fueron comprendidos en esta irrupcion, porque su corriente es opuesta. Probablemente formaban en otro tiempo un solo mar que habrá sido cegado por los depósitos de los diferentes rios que van á desembocar á estos tres grandes lagos, lo mismo que el Bajo Egipto es un depósito del Nilo etc. Esta prevision de Buffon sobre el antiguo mar de que son restos el mar Caspio, el mar Negro y el lago Aral, parece completamente probada por las observaciones geológicas de Boué.

En el artículo VIII de las *Pruebas de la teoría de la tierra*, Buffon añade nuevos detalles sobre los efectos de la causa acuosa; hasta ahora no ha hablado mas que de los mares, ahora va a hablar de los rios: «Casi todos los paises regados por grandes rios, se hallan sujetos á inundaciones periódicas, sobre todo, los paises bajos é inmediatos á su embocadura, y los rios que nacen muy lejos son los que se desbordan con mas regularidad. El Nilo que tenia en tiempo de Estrabon siete embocaduras no tiene hoy mas que dos. El rio de Pegu, el rio de la Plata, el Ganges, el Indo, El Eúfrates y algunos otros, se desbordan tambien todos los años; pero todos los demás rios no tienen desbordamientos periódicos; cuando ocurren inundaciones, se deben á diferentes causas combinadas.

Volviendo á los movimientos de los mares, cita un gran número de estrechos, de golfos, que cree con Varenius haber sido formados por las irrupciones de las aguas. Da una prueba bastante notable de las irrupciones de los mares sobre los continentes, y es, que no se encuentran sino en muy pocas islas en medio de los grandes mares, y jamás un gran número de islas inmediatas unas á otras, mientras que la mayor parte de las islas se hallan cerca de los continentes y cita un gran número de ellas.

Las tradiciones de los pueblos apoyan esta opinion; segun el decir de sus habitantes, Ceilan, Sumatra y las Maldivas, han sido separadas de la India por una irrupcion del Océano.

Recuerda las pruebas que el doctor Wallis y Ray han dado de la separacion de la Inglaterra del continente, al cual estaba unida por un istmo mas abajo de Douvres y Calais. Estas pruebas son entre otras la semejanza de las capas en ambas costas; la probabilidad de que el mar de Alemania haya ocupado el valle del rio Sture; la elevacion de las riberas de la isla de Okney sobre la costa de Roume, por el acarreo del mar en menos de sesenta años; la elevacion de la costa de Norfolk; la presencia de los lobos y de los osos que existian en otro tiempo en Inglaterra; porque en ge-

neral se encuentran los animales dañinos de los continentes en todas las islas inmediatas á ellos, y nunca en las que estan muy distantes.

Por otra parte prueba las retiradas considerables del mar en casi todos los puntos del globo, y esto en los tiempos modernos, puesto que se conocen los años; de manera que apenas hay siglos desde nuestra era, en que no se haya podido observar un gran número de estos fenómenos sin hablar de los hechos que solo se han producido á la larga.

Vuelve á hablar de la desaparicion de la Atlántide de los antiguos, que supone se extendia entre la Islandia y las Azores, y se hallaba unida al continente de América; da por razon que se encuentran en Islandia los mismos fósiles, las mismas conchas y las mismas producciones marinas que se hallan en América, de manera que la desaparicion de la Atlántide, podria haber coincidido con la abertura del Estrecho de Gibraltar y la entrada del Océano en el Mediterráneo.

Asi la retirada ó la invasion de las aguas han sido, segun Buffon, las que han descubierto el suelo formado en los mares por sedimentos ó depósitos. «Las mismas causas, dice, que han producido la primera retirada de las aguas y su descenso sucesivo, no han desaparecido enteramente; el mar se hallaba en un principio elevado mas de 2,000 toesas sobre su nivel actual; las grandes eminencias de la superficie del globo que se han hundido las primeras, han hecho bajar las aguas, primero rápidamente, despues á medida que otras cavernas menos considerables se han hundido, el mar se habrá deprimido proporcionalmente, y como existe aun un gran número de cavidades que no se han hundido, y como de tiempo en tiempo puede efectuarse esto, ya sea por los temblores de tierra, ya por la fuerza del agua, ya por la accion de los volcanes, me parece que se puede pronosticar sin temor de engañarse, que los mares se retiraran mas y mas con el tiempo, descendiendo aun bajo su nivel actual, y que por consiguiente la extension de los continentes terrestres no hará mas que aumentar con los siglos.»

Pero ademas de estos efectos generales de la causa acuosa, produce otros que Buffon habia demostrado por experiencia; modifica y transforma las sustancias. «Todo el mundo, dice, podrá asegurarse por medio de procedimientos fáciles de repetir, que el vidrio y el gres en polvo se convierten al poco tiempo en arcilla con solo permanecer en agua.»

Asi conocemos la gran causa de los depósitos y la de la formacion de las arcillas; Buffon va á enseñarnos el origen de las calizas y de las sustancias carbonosas, y asi tendremos todas las rocas que son un resultado mas inmediato de las aguas.

Causas fisiológicas de las rocas. En su introduccion de la Historia de los minerales, y en el artículo VIII de sus Pruebas de la teoría de la tierra titulado: *Sobre las conchas y demás producciones del mar que se encuentran en el interior de la tierra*, ha establecido Buffon las primeras bases positivas de la geologia paleontológica.

Todos los terrenos conchíferos eran conocidos por Buffon en su generalidad, y aunque ignoraba los detalles, no ha dejado de establecer un cierto número de principios que le han conducido á la prevision, por ejemplo, á afirmar, á pesar del testimonio negativo de La Condamine, que debia haber rocas de conchas fósiles en las Cordilleras y en las montañas del Perú, lo cual ha confirmado plenamente la observacion posterior.

Despues de haber expuesto la inmensa cantidad de conchas que contienen las capas del globo, añade: «Esta cantidad tan considerable de fósiles nos extrañará menos, si paramos la atencion en algunas circunstancias que es bueno no omitir: la primera es, que las conchas se multiplican prodigiosamente y que crecen en muy poco tiempo; la abundancia de individuos en cada especie prueba su fecundidad; se tiene un ejemplo de esta gran multiplicacion en las ostras; se quita algunas veces en un solo dia un volúmen de estos moluscos á varias toesas de espesor; se disminuyen considerablemente en bastante poco tiempo las rocas de que se les separa, y parecen agotarse los otros puntos donde se les pesca, sin embargo, al año siguiente se encuentran tantos como habia el anterior. No se apercibe que la cantidad de ostras se haya disminuido, y no sé que se hayan agotado jamás los puntos donde se encuentran naturalmente. Una segunda observacion que conviene hacer es, que las conchas son de una sustancia análoga á la piedra, que se conservan muy largo tiempo en las materias blandas, y que se petrifican fácilmente en las materias duras; que estas producciones marinas y estas conchas que encontramos sobre la tierra, siendo los despojos de algunos siglos, han debido formar un volúmen muy considerable.»

«En general, se ha notado en todas las conchas ya fósiles, ya petrificadas, que hay ciertas especies que se encuentran constantemente reunidas, mientras otras no se encuentran jamás en estos mismos puntos. Lo mismo sucede en el mar, donde ciertas especies de estos animales testáceos se mantienen constantemente juntos, asi como ciertas plantas crecen siempre juntas en la superficie de la tierra.»

Asi, hé aquí varios hechos paleontológicos importantes, puestos en relacion con las leyes actuales de la vida: 1.º la abundancia de las conchas fósiles explicada por la fecundidad y la pronta multiplicacion de los moluscos vivos; 2.º su conservacion en el seno de la tierra, explicada por la naturaleza caliza de la concha; 3.º la reunion de las especies fósiles, explicada por la reunion en los mismo parajes de las mismas especies vivas. Estos son principios paleontológicos incontestables, porque estan basados en hechos; Buffon saca de ellos la consecuencia evidente de que nuestras tierras actualmente habitadas y llenas de conchas, han estado en otro tiempo cubiertas por los mares.

Pero no se detiene aquí, sino que la cuestion tan grave en las teorías modernas de las especies perdidas ó mas desconocidas vivas le ha preocupado tambien, y la sabiduria con que la ha resuelto no deberia olvidarse.

«Se encuentran, dice, en Francia no solo las conchas de nuestras costas, sino otras que nunca se han visto en nuestros mares. Hay tambien naturalistas que pretenden que la cantidad de estas conchas extranjeras petrificadas, es mucho mayor que la de las conchas de nuestro clima; pero juzgo esta opinion mal fundada, porque independientemente de los moluscos que habitan el fondo del mar, y de los que son difíciles de pescar, y que por consiguiente se pueden considerar como desconocidos, y aun extranjeros, aunque puedan haber nacido en nuestros mares, yo veo en conjunto, comparando las petrificaciones con los análogos vivos, hay mas de nuestras costas que de las otras; por ejemplo, todos los peines, la mayor parte de las pechinas, las almejas, las ostras, las bellotas de mar, la mayor parte de las bocinas, las orejas de mar, las paletas, el corazon de buey, los nautilos, los erizos marinos de tubérculos y puntas grandes, las castañas de mar, las estrellas, los dentales, las tubulitas, las astroitas, los corales, las madréporas, etc., que se encuentran petrificadas en tantos puntos, son ciertamente producciones de nuestros mares, y aunque se encuentran en gran cantidad los cuernos de Ammon, las piedras lenticulares, las piedras judáicas, las columnitas, las vértebras de grandes estrellas, y otras varias petrificaciones, cuyo análogo vivo es extranjero ó desconocido, estoy convencido, por mis observaciones, de que el número de estas especies es pequeño en comparacion del de las conchas

petrificadas de nuestras costas; por otra parte lo que forma el fondo de nuestros mares y de casi todas nuestras piedras de cal y de construccion, son madréporas, astroitas y todas esas otras producciones formadas por los insectos del mar y que se llamaban en otro tiempo *plantas marinas*; las conchas por abundantes que sean, no son mas que un volúmen pequeño en comparacion de estas producciones, que todas son originarias de nuestros mares y sobre todo del Mediterráneo.»

Buffon cita en apoyo los corales y las madréporas del mar Rojo, del Mediterráneo, y añade: «los hay tambien en gran cantidad en la mayor parte de los golfos del Océano, alrededor de las islas, en los bancos, en todos los climas templados donde el mar no tiene mas que una mediana profundidad.»

Hablando despues de las especies desconocidas, se expresa así: «De mas de cien especies de cuernos de Ammon que se podrian contar, dice uno de nuestros sabios académicos, y que se encuentran en Francia en las cercanías de Paris, de Ruan, de Dive, de Langres y de Lyon, en las Cévenas, en Provenza y en Poitou, en Inglaterra, en Alemania, y en otras comarcas de Europa, no hay mas que un sola especie denominada *Nautilus papyraceus*, que se encuentra en nuestros mares, y cinco ó seis especies que nacen en los mares extranjeros.»

«Es de creer, continua Buffon, que los cuernos de Ammon, las belemnitas, las piedras lenticulares y otras muchas conchas, cuyos análogos vivos no se encuentran hoy en ninguna region del mar, aunque se hallen universalmente esparcidas en la superficie de la tierra, ó bien permanecen siempre en el fondo de los altos mares y han sido sepultadas en los mismos sitios en que viven, ó bien las especies de estos animales han perecido cuando la temperatura del globo, y de las aguas del mar ha dejado de ser bastante caliente para ellos.»

Lo mismo se dice de las osamentas de animales terrestres que se han creido perdidos; pero que examinadas mas escrupulosamente, pertenecen á la especie del elefante y á la del hipopótamo. Esta asercion de Buffon es verdadera para los fósiles que él conocia, y despues de él se han descubierto un número mucho mayor, á los cuales se les puede siempre aplicar en gran parte.

Asi, pues, Buffon en lo que precede, ha establecido las dos primeras hipótesis racionales para la solucion de la cuestion de los moluscos perdidos, ó viven aun en el fondo de los mares altos, ó han perecido por la disminucion del calor conveniente.

Otro hecho paleontológico va á indicar que resuelve en parte la cuestion de las especies fósiles, tan exagerada despues de él. «Se encuentran tambien, dice, casi en toda la tierra conchas de la misma especie, de las cuales unas son pequeñas y otras grandes; unas son jóvenes y otras viejas; algunas son imperfectas y otras enteramente perfectas; tambien se ven algunas pequeñas y jóvenes adheridas á las grandes.»

Si los geólogos hubieran tenido en cuenta estos principios de Buffon, no habrian multiplicado las especies fósiles de una manera tan exorbitante; no habrian tomado fragmentos de una misma concha, ni el individuo jóven ni el adulto de la misma especie, por especies diferentes.

Vuelve de nuevo á la comparacion de los efectos de las causas actuales con los efectos antiguos, para la produccion de las calizas, y su tesis en este punto es enteramente racional, porque está fundada en los hechos naturales.

Recuerda primero que en el mar Rojo desde Suaquen hasta Kossir, es decir en el espacio de ciento treinta y seis leguas, el mar está lleno de bancos y de rocas de coral, de que se distinguen dos clases, una blanca y otra roja.

«Tambien hay en el mar, añade, segun el abate Dicquemare, otros fondos permanentes; son extensiones inmensas de madréporas, de corales, que cubren frecuentemente un fondo de rocas, y esos bancos de una gran extension de conchas, que la pronta multiplicacion ú otras causas han acumulado allí. Una especie parece ocupar cierta extension y el espacio siguiente está ocupado por otra, como se observa con las conchas fósiles en una gran parte de Europa, quizá en todas partes. Estas observaciones sobre el interior de la tierra y de los lugares en que el mar descubre mucho, y donde se ve siempre una especie dominar como por cantones, nos han puesto en el caso de comprender la prodigiosa cantidad de los individuos y el espesor de los bancos en el fondo del mar.»

¿Pero de donde vienen en definitiva las calizas? Buffon las hace proceder de la transformacion del agua por el filtro animal: «el mas poderoso de todos los medios, dice, que la naturaleza emplea para la transformacion del agua y el mas evidente es el filtro animal; el cuerpo de los animales de conchas alimentándose de las partículas del agua, trabaja al mismo tiempo esta sustancia hasta el punto de desnaturalizarla; la concha es ciertamente una sustancia terrestre, una verdadera piedra, de la cual toman su orígen todas las partes que los químicos llaman calizas y otras muchas materias; esta concha parece en verdad formar parte constitutiva del animal que cubre, puesto que se perpetúa por la generacion y se la ve en los animales pequeños que acaban de nacer como en los que han adquirido todo su desarrollo; pero no por eso deja de ser una sustancia terrestre formada por la secrecion del cuerpo del animal; se la ve crecer, engrosar por anillos y por capas á medida que crece, y muchas veces esta materia petrosa excede cincuenta ó sesenta veces á la masa ó materia real del cuerpo del animal que la ha producido. Considérese por un instante el número de las especies de estos animales de conchas, ó para comprenderlos á todos, de los animales de trasudacion petrosa, y se verá que quizá se hallan en mayor número en el mar que las especies de insectos sobre la tierra; considérese despues su pronto crecimiento, su prodigiosa multiplicacion, la poca duracion de su vida, cuyo término medio supondremos en diez años; calcúlese despues que es preciso multiplicar por cincuenta ó sesenta el número casi inmenso de todos los individuos de este género para formarse una idea de toda la materia petrosa que p drá producirse en diez años; considérese en fin, que esta roca ya tan grande de materias petrosas debe haberse aumentado con tantas rocas iguales como docenas de años hayan pasado, en todos los siglos transcurridos desde el principio del mundo y se aceptará fácilmente la idea ó mas bien la verdad, repugnante en un principio, de que todas nuestras colinas, todas nuestras rocas de piedra caliza, de mármol, de creta etc., no proceden originariamente sino del despojo de estos animalillos; no puede dudarse de ello con solo inspeccionar las materias que contienen todas conchas ó fragmentos de conchas muy fáciles de reconocer.»

«La multiplicacion de los animales de conchas, de las madréporas, de los corales y de todas las especies que filtran el jugo petroso y producen la materia caliza es tan prodigiosa, que al amontonarse levantan aun hoy en mil puntos arrecifes, bancos, que son las cumbres de las colinas sub-marinas, cuya base y masa se hallan igualmente formadas por el amontonamiento de sus despojos.»

«Todas las islas bajas del Trópico austral parecen haber sido producidas por animales del género de los pólipos que forman los litófitos; estos animalillos elevan poco á poco su habitacion sobre una base imperceptible y se extienden mas y mas á medida que su estructura se eleva.»

«He visto, dice Forster, de estas anchas estructuras en todos los grados de su construccion. Estas islas se hallan generalmente unidas unas á otras por arrecifes de rocas de coral. Descubrimos las islas vistas por Bougainville á los 17°24′ de latitud y 141°39′ de longitud Oeste, una de estas islas bajas, medio sumergidas, no era mas que un gran banco de coral de veinte leguas de contorno. Se encontró un recinto de islas pequeñas unidas por el arrecife de coral. Abordamos á una de las islas de los Amigos; sus orillas no eran mas que rocas de coral. Esta multitud de islas bajas y de bancos en los cuales se perdió el navegante Roggelin, han sido vistas y reconocidas por Byron y Cook; todas estas islas no estan sostenidas sino por bancos de coral, elevados desde el fondo del mar hasta su superficie. Se pueden ver ademas todas las relaciones de los navegantes sobre las sondas que han caido sobre rocas de conchas y sobre los cables y calabrotes de las anclas, cortados contra los arrecifes de madréporas y de corales.»

«Atravesando la Picardia, la Flandes francesa, la Champaña, la Lorena alemana etc., ha observado Monnet, que las conchas se presentan hasta mas de trescientos piés de profundidad perpendicular. Se encuentran bancos de coral ó de madréporas cerca de Clermont, villa del principado de Lieja, de mas de sesenta piés de altura. Estos bancos son derechos como murallas, se parecen bastante á los que ha descrito el capitan Cook y que estan situados cerca de Nueva Guinea; contienen buenos mármoles que se explotan.»

Asi la formacion actual de los arrecifes madrepóricos explica la formacion antigua de las capas de corales y de madréporas; la energía actual de esta causa manifiesta cuánta mayor ha debido ser su energía antigua y explica la inmensa cantidad de calizas que se encuentran en la superficie del globo.

De los animales como causa que ha formado una porcion de la corteza del globo, pasa Buffon á los vegetales que va á considerar principalmente en las hullas. Se esfuerza primero en demostrar que los carbones de piedra traen su orígen de la destruccion de los vegetales. Dice asimismo que todos los aceites bituminosos proceden de los restos de los cuerpos organizados.

Demuestra que los carbones de piedra han seguido la ley general impresa por el movimiento de las aguas á todas las materias que podrian transportar, y al mismo tiempo han tomado la inclinacion del terreno sobre que han sido depositados y en el cual se hallan siempre dispuestos paralelamente á dicha pendiente.

Por lo general hay varias capas de carbones, unas sobre otras, y separadas por un espesor de algunos piés y aun de algunas toesas de materias extrañas. Las capas de una misma cuenca conservan á todas las profundidades la misma inclinacion en cada punto; sin embargo, estan menos inclinadas á medida que descienden hácia el fondo de la cuenca, porque adquieren mas espesor segun bajan, y lo mismo sucede á las capas intermedias de materias extrañas.

Da el análisis y la medida de las capas diversas de los depósitos de hulla en Lieja, segun Gennete; ahora bien por este análisis se ve que entre estas capas, todas sobrepuestas unas á otras, se encuentran algunas que son igualmente gruesas ó delgadas, sin regla ni relacion alguna con su situacion ó profundidad.

Se ve ademas comparando los espesores de estas diferentes capas, que varian desde siete pulgadas hasta cinco piés y medio, y que las de los lechos de materias extrañas que las separan, varian desde veinte y un piés hasta noventa y ocho, pero sin proporcion alguna ni relacion de las unas con las otras.

De todos estos hechos se debe deducir con Buffon, que los carbones de piedra son un acarreo de las aguas. En efecto el gran espesor de los lechos intermediarios de arena ó de arcilla parece indicar que la materia carbonosa no ha podido formarse sobre el terreno, sino que ha sido acarreada á intervalos mas ó menos largos, durante los cuales se depositaban lechos intermediarios; ademas, tambien indica que este carbon ha sido siempre acarreado del mismo lugar y por la misma causa, sin duda por algun rio que atravesaba ya un bosque, ya hornagueras; las inundaciones de este rio á intervalos mas ó menos largos, habran arrastrado detritus del bosque, ó bien habran levantado las turbas y las habran depositado en la cuenca que hoy es la montaña de Saint-Gilles.

Buffon habia observado tambien que los carbones han sido depositados de dos maneras: la primera, en capas extendidas sobre terrenos en pendiente, y la segunda en masa en el fondo de los valles; y estos depósitos en masa seran siempre mas gruesos que las capas en pendiente, pues hay masas que tienen hasta diez toesas de espesor. «No puede dudarse, añade, que estas masas tan gruesas sean depósitos de materia vegetal acumulada una sobre otra, algunas veces hasta sesenta piés de espesor.

»Aunque los capas sean casi paralelas, unas sobre otras, sin embargo sucede frecuentemente que se acercan ó se alejan mucho, dejando entre sí mayores ó menores distancias en altura, y estos intervalos se hallan siempre llenos de materias extrañas, cuyos espesores son tan variables y siempre mucho mayores que los de las capas de carbon; estas son en general bastante delgadas y comunmente uno, dos, y hasta seis ó siete piés de espesor; esta disposicion, estas capas delgadas y separadas, prueban un acarreo á intervalos mas ó menos largos y que es mas ó menos considerable segun el espesor de las capas.

»Las que son mucho mas gruesas no son capas que se prolongan regularmente, sino mas bien montones ó masas en depósitos que no se encuentran sino en algunos puntos, cuya extension no es considerable y que han sido acarreados sin interrupcion desde el principio hasta el fin.»

Todo prueba, pues, que los carbones de piedra proceden de los vegetales, y que no han sido formados en el sitio que ocupan, sino conducidos por las aguas. «Estos vegetales, dice Buffon, asi como sus fragmentos en mantillo y limo, han formado los depósitos en montones ó venas que encontramos hoy en la tierra en forma de carbon, nombre bastante impropio, porque parece suponer que esta materia vegetal ha sido atacada y cocida por el fuego, mientras que no ha sufrido mas que un grado mayor ó menor de descomposicion por la humedad, y se han conservado por medio de su aceite convertido por los ácidos en betun.»

Añade, que los restos y residuos de los inmensos bosques primitivos, arrastrados por las aguas, han formado en mil y mil puntos depósitos en masa y capas de grandísimo espesor en el fondo del mar antiguo, y que son las mismas capas de materias vegetales que encontramos hoy á grandes profundidades.

Los carbones de piedra se hallan mezclados con diferentes sustancias, caliza, gres, piritas; pero todos sin excepcion, toman su orígen de las materias vegetales y animales, cuyos aceites y grasas se han convertido en betun. Los análisis de los carbones de piedra en que se encontró amoniaco, apoyaron lo que aquí dice Buffon. Todo su trabajo sobre los carbones de piedra es admirable; se ha tomado de él mucho sin decirlo, y merece aun ser estudiado; ha hablado á fondo de todos los depósitos de hulla conocidos no solo en Europa, sino en todo el mundo. Ha tratado igualmente de las maderas fósiles en todos los estados, y demostrado sus relaciones con las hullas; de estas relaciones y de las impresiones de vegetales que se encuentran en los terrenos de hulla, ha deducido de nuevo el orígen vegetal de los carbones de piedra

y su transporte por las aguas. En fin, ha tratado de los usos y la explotacion de las hullas. Es, pues, un trabajo completo, que realmente no ha sido aventajado por ningun otro en conjunto.

Causas ígneas. Despues de haber reasumido la doctrina de Buffon sobre las causas acuosas y fisiológicas del suelo de acarreo, vamos á seguirle en lo que dice de las causas llamadas ígneas.

Habiendo observado que las capas horizontales se hallan dislocadas por hendiduras perpendiculares que descienden algunas veces desde la cumbre de algunas rocas hasta su base, y que estas mismas hendiduras son mas oblicuas en las materias vitrificables, Buffon ha tratado de averiguar su causa y orígen.

Segun él, procede en parte de la contraccion de las capas por la desecacion y la accion de la pesantez. Las que son mayores, y forman precipicios en las montañas elevadas, son debidas á temblores de tierra y á hundimientos; estos son debidos á fuegos subterráneos que producen tambien los volcanes, y aquí es donde va á estudiar los efectos de los volcanes, sus productos y á averiguar las causas.

«Un volcan en una gran erupcion anunciada por los movimientos convulsivos de la tierra, levanta, desprende y lanza á lo lejos las rocas, las arenas, las tierras, todas las masas en una palabra, que se oponen al ejercicio de sus fuerzas. Arranca y rompe los bancos de piedras mas duras y mas pesadas como las mas ligeras, y arrojándolo todo sin órden, cada volcan forma alrededor de su montaña colinas de escombros de esas mismas materias que formaban antes la parte mas sólida y maciza de su base.

»Se encuentran en estas masas las mismas clases de piedras vítreas ó calizas, las mismas arenas y las mismas tierras, de las cuales unas solo han sido sacadas del lugar que ocupaban, otras sensiblemente alteradas, y otras, en fin, totalmente desnaturalizadas y transformadas.»

Buffon ha distinguido cuidadosamente los productos inmediatos que atribuye á un fuego primitivo, y que han sido vitrificados en la fusion original de la tierra segun su hipótesis, y las materias volcánicas que son mucho mas variadas porque proceden de materias de segunda formacion y el fuego de los volcanes obra sobre todas las sustancias antiguas ó modernas; sobre las que han sido producidas por el fuego primitivo, como sobre las que han sido formadas por las aguas; sobre las sustancias orgánicas y sobre las masas brutas.

Ha investigado cómo se verifica la vitrificacion de las lavas; cómo brotan y se abren salidas en la parte inferior de los montones de fragmentos bajo los cuales se forman; cómo esta misma lava, hinchada por su fuego interior, estalla en su superficie y brota de nuevo para formar eminencias elevadas sobre su nivel; cómo, en fin, precipitando su curso desde lo alto de las costas al mar, forma esas columnas de basalto que por su ensanche y su esfuerzo recíproco, toman una figura prismática con mas ó menos planos segun las diferentes resistencias.

Estudiando con Faujas de Saint-Fond, Ferber y otros varios, los productos volcánicos, encuentra todas las rocas primitivas muy poco alteradas; los gres y las arcillas convertidos en polvos y en vidrios; las materias calizas calcinadas, y formando con las materias primivas brechas y brocateles; el hierro y los otros metales sublimados, en azafran y en litargirio; los ácidos y los álcalis convertidos en sales concretas; las piritas convertidas en azufres vivos; las sustancias organizadas vegetales ó animales, reducidas á cenizas, y todas estas materias mezcladas en diferentes dosis, han dado sustancias nuevas.

De aquí deduce que las sustancias vegetales y animales sepultadas en el seno de la tierra, que los carbones, las piritas humedecidas por el ugua y que se inflaman por sí mismas, los betunes, son la causa del fuego de los volcanes que tienen su asiento en las capas esquistosas mas inferiores y en el suelo primitivo. Asi se encuentran entre los metales de las lavas, principalmente el hierro y el plomo procedentes de las piritas ó de las rocas primitivas y todas las demás sustancias.

Tal es la primera causa de los volcanes, que no pueden ser atribuidos á un fuego central; porque dice Buffon: «algunos observadores, maravillados de los prodigiosos efectos producidos por los fuegos subterráneos, teniendo á su vista los abismos y las montañas formados por sus erupciones, hallando en las materias arrojadas sustancias de toda especie, han atribuido demasiado poder y efecto á los volcanes; no viendo en los terrenos volcánicos mas que confusion y trastorno, han transportado esta idea sobre el globo entero, y han imaginado que todas las montañas se habian elevado por la violenta accion y la fuerza de estos fuegos interiores de que han querido llenar la tierra hasta el centro. Se ha atribuido tambien á un fuego central, realmente existente, la temperatura ó el calor actual del interior del globo: creo haber demostrado suficientemente la falsedad de estas ideas. ¿Cuáles serian los alimentos de semejante masa de fuego? ¿Podria existir sin aire? ¿Y su fuerza expansiva no habria hecho saltar el globo en mil pedazos? Y este fuego una vez escapado despues de esta expulsion, ¿podria descender de nuevo y encontrarse aun en el centro de la tierra? Su existencia no es, pues, mas que una suposicion que se apoya en imposibilidades y de la cual, admitiéndola, no resultarian mas que efectos contrarios á los fenómenos conocidos y demostrados. Los volcanes á la verdad han roto, trastornado las primeras capas de la tierra en varios puntos, han cubierto y abrasado la superficie con sus eyecciones inflamadas; pero estos terrenos volcanizados tanto antiguos como nuevos, no son, por decirlo asi, mas que puntos en la superficie del globo, y contando en el pasado cien veces mas volcanes que los que hay actualmente en actividad, nada es esto aun en comparacion de la extension de la tierra sólida y de los mares: cuidemos pues de no atribuir á estos fuegos subterráneos mas que lo que les pertenece, no consideremos á los volcanes sino como instrumentos ó si se quiere como causas secundarias, y conservemos al fuego primitivo y al agua como causas primeras, el gran establecimiento y la disposicion primitiva de la masa entera de la tierra.»

«Por mas prodigiosos que nos parezcan sus efectos, dice en otra parte Buffon, no debe creerse que estos fuegos procedan de un fuego central, como algunos autores lo han escrito, ni aun que vengan de una gran profundidad, como es la opinion comun; porque el aire es absolutamente necesario á su abrasamiento, al menos para sostenerle. Se puede asegurar, examinando las materias que salen de los volcanes en las mas violentas erupciones, que el foco de la materia inflamada no está á gran profundidad, y que son materias semejantes á las que se encuentran en la cima de la montaña, que no estan desfiguradas sino por la calcinacion y la fundicion de las partes metálicas mezcladas con ellas.» Si los volcanes estan la mayor parte del tiempo en las montañas elevadas, «es porque los minerales, las piritas y los azufres, se encuentran en mayor cantidad y mas á descubierto en las montañas que en las llanuras, y que recibiendo estos lugares elevados mas fácilmente y en mayor cantidad las lluvias y demás impresiones del aire, estas materias minerales que se encuentran allí expuestas entran en fermentacion y se calientan hasta el punto de inflamarse.

»Los temblores de tierra, los volcanes, y en una palabra, los efectos de los fuegos subterráneos, causan grandes cambios en la superficie de la tierra;

pero las aguas del cielo, los rios, los torrentes, producen aun cambios mayores y mas generales socavando, degradando, transportando y depositando las diversas materias; de este modo rebajan y nivelan las montañas y tienden á reducirlo todo á una especie de nivel comun que disminuye la energía de los efectos subsiguientes.

»La tierra primitiva ha existido primero con sus montañas de jaspe, de pórfido, de granito, etc; las montañas de esquistos y de arcilla han venido despues, y luego las calizas que coronan los esquistos, las arcillas y los granitos; así las pequeñas ó grandes eminencias formadas por el alzamiento ó el esfuerzo de los fuegos subterráneos, y las colinas producidas por las eyecciones de los volcanes, no deben ser consideradas sino como montones de escombros procedentes de las primeras materias arrojadas y amontonadas confusamente.»

Atribuye pues al agua los mayores cambios, y aun los hundimientos de las cavidades subalternas, sin sacudimiento volcánico, son una de las grandes causas de cambios y de descenso sucesivo del nivel de las aguas. «Los volcanes no han producido sino en pequeño efectos semejantes, y solo en las porciones de tierra donde se han encontrado amontonadas las piritas y otras materias inflamables y combustibles que pueden servir de alimento á su fuego; materias que no han sido producidas sino mucho tiempo despues de las primeras, puesto que todas proceden de las sustancias organizadas.»

Ademas de las causas de los volcanes analizadas hasta aquí, Buffon encuentra otra no menos poderosa; esta es el agua. «Se ha visto, dice, algunas veces á los volcanes arrojar una gran cantidad de agua, y tambien torrentes de betun. El padre Latorre, hábil físico, refiere que el 10 de marzo de 1755, salió del pié del Etna un ancho torrente de agua que inundó las campiñas y alrededor. Este torrente arrastraba una cantidad de arena tan considerable, que llenó una llanura muy extensa. Estas aguas estaban muy calientes. Las piedras y las arenas que dejaron en el campo no se diferenciaban de las piedras y de la arena que se encuentra en el mar. Este torrente de agua fue seguido inmediatamente de un torrente de materia inflamada que salió de la misma abertura.»

El mismo hecho refiere Arthenay en las Memorias de los sabios extranjeros, impresas como continuacion de las Memorias de la Academia de ciencias de París.

«Es necesario, dice Buffon, fundado en estos hechos y en otra multitud de observaciones en su apoyo, que las cavidades de los volcanes comuniquen con el mar; sin esto no podrian vomitar esos inmensos torrentes de agua ni aun hacer erupcion alguna, puesto que ningun poder á excepcion del agua chocando contra el fuego puede producir tan violentos efectos.»

En seguida vuelve á la refutacion de los naturalistas, entre otros Ray que creen que las montañas y las desigualdades del globo no son mas que el resultado de los fuegos subterráneos y de los temblores de tierra.

Pero no es lo mismo respecto de los basaltos; las lavas corriendo hácia el mar, son detenidas por las aguas, y forman los basaltos prismáticos. «Al encuentro del torrente de lava con las olas, y á su pronta consolidacion, se debe atribuir el orígen de esas costas brabas que se ven en todos los mares, que se hallan al pié de los volcanes. Los antiguos muros de basalto que se encuentran tambien en el interior de los continentes, demuestran la presencia del mar y su proximidad á los volcanes en los tiempos en que han corrido sus lavas; nueva prueba que puede añadirse á todas las que hemos dado de la antigua estancia de las aguas en todas las tierras actualmente habitadas.»

Si los volcanes terrestres dan orígen á los basaltos, los volcanes submarinos producen nuevas islas.

Las islas nuevas se forman de dos maneras: ó súbitamente por la accion de fuegos subterráneos ó lentamente por el depósito del limo de las aguas. Cita un gran número de hechos que prueban la formacion de las islas volcánicas.

«Plinio, dice, refiere que en otro tiempo hubo trece islas en el mar Mediterráneo que salieron á un mismo tiempo del fondo de las aguas, y que Rodas y Delos son las principales de estas trece islas nuevas, pero parece por lo que dice y por lo que dicen tambien Amiano, Marcelino y Filon, que estas trece islas no han sido producidas por un temblor de tierra, ni por una explosion subterránea: estaban anteriormente ocultas bajo las aguas, y el mar bajando, dicen, dejó estas islas en descubierto.»

La isla de Hiera y de Santorin, son por el contrario volcánicas. La Isla de Francia y de Borbon parecen tambien dos cumbres casi enteramente cubiertas de materias arrojadas por los volcanes; estas dos islas estaban inhabitadas cuando se descubrieron.

En resúmen, todo lo que Buffon ha escrito en su Teoría de la tierra, en los artículos XVI y XVII de las pruebas de esta teoría, en el artículo de las materias volcánicas de la historia de los minerales, sobre los volcanes y los temblores de tierra es casi tan avanzado como los trabajos posteriores que han tomado mucho de él.

El demuestra que los volcanes y sus productos no pueden atribuirse á la misma causa que el globo primitivo, con sus montañas y sus desigualdades; que el foco de los volcanes es superficial y no se halla en el centro de la tierra; que el fuego central no existe, y que por consiguiente no puede ser la causa de los volcanes; que el agua por su fuerza expansiva y su descomposicion, las materias orgánicas vegetales y animales, los minerales por su descomposicion, y sobre todo las piritas son las principales causas de los fuegos volcánicos; que el aire desempeña tambien en ellos un papel indispensable. Esta teoría que ha tenido un gran número de partidarios, es ciertamente la mas conforme á las leyes naturales y á los fenómenos conocidos, mientras que la hipótesis del fuego central tiene contra sí las leyes y los hechos conocidos como lo ha probado Buffon, que ha sido apoyado en este punto por muchos modernos.

El análisis que hemos hecho de los trabajos geológicos de Buffon, basta para mostrar qué gran progreso ha hecho la geologia positiva entre sus manos:

1.° Sin ocuparnos de su hipótesis sobre el orígen de la tierra desprendida del sol por la cola de un cometa, no ha dejado de probar que el globo primitivo no era debido á las mismas causas que el suelo de acarreo; que este globo primitivo habia debido existir con sus montañas y sus valles, sus mares y sus corrientes de agua para que pudiera recibir seres organizados, vegetales y animales, y dar lugar á la formacion de las diversas capas del suelo y de los productos volcánicos.

2.° Para la causa acuosa, la teoría de la tierra gira sobre cuatro hechos principales; el primero es que la tierra en todas partes y hasta á grandes profundidades se halla compuesta de capas paralelas y de materias que en otro tiempo se han hallado en un estado de blandura; el segundo, que el mar ha cubierto durante algun tiempo la tierra que habitamos, y lo prueba; el tercero que las mareas y los demás movimientos de las aguas producen desigualdades en el fondo de los mares, y el cuarto que las corrientes del mar son las que han dado á las montañas la forma de sus contornos, y la direccion correspondiente de sus ángulos. Preciso es confesar que el aspecto de las montañas cretáceas de la Champaña, por ejemplo, comparadas con los bancos que se forman en los mares, parece apoyar este último hecho y Buffon sin duda ha exagerado demasiado.

3.° Establece en principio las causas de los efectos actuales que explican las causas de los efectos antiguos.» Las causas que han producido, dice, los antiguos depósitos marinos en la parte del suelo que habitamos, son las mismas que obran aun á nuestra vista.» Va de lo conocido á lo desconocido, lo cual no habia hecho ninguno de sus antecesores. Razona perfectamente cuando demuestra que es tal la cantidad y la disposicion de los restos de animales marinos contenidos en el seno de la tierra, que es absurdo suponer que todos estos animales hayan podido vivir en la misma época; que su número y las circunstancias de su yacimiento indican con bastante claridad, que han vivido sucesivamente y han sido depositados despues de su muerte por una accion lenta, uniforme y cuotidiana, y deduce que las mismas causas que obran aun á nuestra vista, han producido todas estas capas marinas. Pero no ha observado que no abarcaba mas que una parte del fenómeno bastante complexo del suelo de sedimento; los hechos le han fallado. Se ignoraba entonces que los depósitos en muchas localidades eran alternativamente marinos y de agua dulce, y que en un gran número de puntos las aguas continentales, y las del mar han mezclado sus productos; que los rios acarrean al mar muchos mas materiales que los que este arranca de sus orillas, etc. La teoría de la tierra no es falsa en ciertos puntos, sino porque es incompleta.

Sin embargo, entre sus errores hay uno que su genio observador parece que hubiera debido hacerle evitar. Parece pensar que el mal habia ocupado á un mismo tiempo toda la superficie de la tierra, y que habia formado todas las montañas secundarias; ahora bien, él conocia ya un número bastante grande de hechos propios para convencerle de lo contrario, si la preocupacion de esta idea sobre la formacion de las montañas segun la correspondencia de sus ángulos, no le hubiera impedido investigarlos.

En todo lo demás se halla en buen camino; cuando se prepara á investigar las causas del abandono de nuestros continentes por las aguas del mar, procede como lo habia hecho para establecer que los depósitos de conchas han sido formados por el movimiento natural de las aguas marinas y no por un diluvio ó cualquiera otra causa. Repite que para juzgar de lo que ha sucedido y aun de lo que sucederá, no hay mas que examinar lo que sucede, que es preciso tomar nuestro globo tal como es, observar bien todas sus partes y por inducciones deducir del presente el pasado. «Las causas cuyo efecto es raro, violento y súbito, no deben llamar nuestra atencion, porque no se encuentran en la marcha ordinaria de la naturaleza; pero los efectos que ocurren todos los dias, los movimientos que se suceden y se renuevan sin interrupcion, las operaciones constantes y siempre repetidas, esas son nuestras causas y nuestras razones.»

Con arreglo á estos principios tan sabios, ha analizado Buffon los efectos de la causa acuosa, y á pesar de la accion exagerada que atribuye á los mares, no ha olvidado los terraplenes producidos por los rios.

Igualmente ha juzgado las causas fisiológicas del aumento del suelo, probando que las calizas han sido producidas por los moluscos y los radiados; que estos animales se multiplican con una rapidez tal, que no debe causar admiracion la gran cantidad de sus restos. Se ha apoyado muy bien en las costumbres y hábitos de las especies vivas, para explicar el yacimiento de las especies fósiles.

Ha dado una explicacion racional de la desaparicion de las especies que ya no se conocen vivas; ha observado tambien perfectamente que hay conchas fósiles de todas la edades y de todos los tamaños, pertenecientes á la misma especie y por este medio prevenia la exageracion que mas tarde ha multiplicado tan equivocadamente las especies. Considerando la pronta multiplicacion de los moluscos y de las madréporas, su gran número y la extension de sus productos actuales, nos conduce á aceptar que los productos antiguos no han debido exigir largos intervalos para formarse.

Todo lo que ha escrito sobre las hullas y los vegetales fósiles, está marcado con el mismo sello de buen sentido y de genio; ha demostado perfectamente que los carbones de piedra toman su orígen de los vegetales y de los animales; que han sido depositados por las aguas de una manera continua, y ha establecido muy bien el paso de las turbas y de las maderas fósiles á las hullas.

Buffon habria, pues, introducido la paleontologia en una via racional.

La causa ígnea no ha sido menos bien analizada, y ha distinguido claramente las rocas primitivas llamadas cristalinas, de las rocas volcánicas; ha probado que las hipótesis del fuego central eran contrarias á las leyes naturales y á los hechos conocidos; que la causa de los volcanes debia buscarse en sus productos y el análisis de sus fenómenos; que desde entonces esta causa se hacia complexa y exigia el concurso de los seres organizados en sus restos, el de las aguas y el del aire, el de los metales y el de las aguas primitivas; que por consiguiente los volcanes no habian podido comenzar sino despues de la accion de las aguas; que estas dos causas han obrado simultánea y continuamente para cambiar y modificar la superficie del globo.

Sistematizando todos estos hechos, traza asi la historia de la tierra; el globo se ha formado primero con sus montañas primitivas de granito, de pórfido, de jaspe etc.; la descomposicion de estas rocas por el agua, produce las arcillas y los esquistos; el concurso del agua y de los seres organizados produce despues los carbones y las calizas y en estas rocas el agua acumula y redondea las montañas; despues es cuando los volcanes empiezan la serie de sus efectos.

Asi es como Buffon destruyó los sistemas hipotéticos que le habian precedido y echó las verdaderas bases de la geologia positiva que veremos desarrollarse en adelante.

Pero al lado de este magnífico esfuerzo, vienen á colocarse sus hipótesis sobre el orígen de la tierra, y sobre las épocas de la naturaleza. Segun esta hipótesis, la masa del sol contenia toda materia bruta y orgánica; un cometa cayendo sobre el sol, desprende varias masas de materia semejante, y les imprime un movimiento comun y en el mismo sentido que ellas continuaran ejecutando. Estas masas lanzadas á diferentes distancias, dan orígen á los planetas y á sus satélites, se enfrian y se hacen sucesivamente habitables para dejar de serlo despues en el mismo órden. La tierra era una de estas masas.

En aquel estado primitivo, la masa de materia bruta y orgánica que debia ser con el tiempo la tierra, se hallaba en completa fluidez, sostenida por la incandescencia y la sustancia del fuego que tomaba de su orígen. En tal estado, por la rotacion sobre su eje y la atraccion combinada, la tierra tomó su forma y empezó á solidificarse por el enfriamiento. Toda la materia bruta, la sustancia vítrea se depositó primero en el centro con las masas metálicas. En esta esfera, las eminencias formadas por el enfriamiento de la materia fluida, dieron orígen á las montañas primitivas. Posteriormente á los filones metálicos se formaron por la sublimacion de los metales que se enfriaron infiltrándose en masas que ya no estaban fluidas. Estas son las dos primeras épocas que han podido durar de treinta á treinta y cinco mil años.

A esta fecha la tierra se habia ya templado lo suficiente para recibir las aguas sin despedirlas en vapores. El calor de las aguas no podia, sin embargo, convenir á los seres organizados actuales, y por con-

siguiente á los primeros tiempos de esta época, es decir de treinta á cuarenta mil años despues de la formacion de la tierra, se debe referir la existencia de las especies perdidas de que ya no se encuentran análogas vivas. Fecundando los mares la naturaleza esparcia tambien los principios de vida sobre todas las tierras que el agua no habia podido invadir ó que habia abandonado muy pronto, y estas tierras como los mares no podian estar pobladas sino de animales y vegetales capaces de soportar un calor mayor que el que conviene hoy á la naturaleza viva. Tenemos monumentos sacados del seno de la tierra y particularmente del fondo de las minas de carbon y de pizarra que nos demuestran que algunos de los peces y de los vegetales que estas materias contienen no son especies actualmente existentes. En esta época que duró veinte mil años, se formaron los esquistos y las arcillas por la nivelacion y la degradacion de las montañas primitivas bajo unas aguas continuamente agitadas y calientes; los carbones y las calizas fueron tambien en gran parte depositados en el mar que cubria toda la tierra á excepcion de las mas altas montañas donde crecian los vegetales.

En la cuarta época han tenido lugar los volcanes y los temblores de tierra. Entonces no existian aun mas que peces que se encuentran en las pizarras, y otros animales marinos que se encuentran en las calizas y vegetales que se encuentranen las hullas. Los animales terrestres no existieron sino mas tarde como indican sus restos encontrados solamente en la superficie del suelo.

Despues de un enfriamiento que exigió algunos miles de años durante los cuales bajaron los mares por la desaparicion de las cavernas subterráneas, la tierra en sus regiones septentrionales pudo recibir los elefantes y los demás animales del Mediodia.

La sexta época corresponde á la separacion de los continentes.

En fin la séptima y última época es la de la aparicion del hombre.

Por primera vez se presenta en la historia de la ciencia, el sistema de las épocas indeterminadas correspondiente á los dias de la creacion. Está fundado en hipótesis inadmisibles y en algunos hechos incompletamente conocidos y mal interpretados. Asi Buffon ignoraba la superposicion alternativa de las capas de agua dulce y de las capas marinas; ignoraba la presencia de los fósiles de agua dulce, ya sean moluscos, peces ó reptiles en los estratos de casi todos los terrenos; y esta ignorancia es la que le ha hecho establecer su tercera época sobre las formaciones exclusivamente marinas que no existen con esta exclusion.

Ignoraba los fenómenos del metamorfismo que modifican la testura y algunas veces la composicion de las rocas acuosas; ignoraba que pueden encontrarse esquistos y gneiss paralelos á las calizas; ignoraba el sincronismo de las formaciones; ignoraba que se encuentran fósiles perdidos con especies aun vivas, y que en las capas mas profundas se encuentran especies análogas y aun idénticas á las vivas. La ignorancia de todos estos hechos es lo que hace especiosa su segunda época.

En cuanto á su primera época está fundada en una hipótesis matemática falsa, y en cuanto á lo demás las mismas objeciones que él ha opuesto al fuego central, pueden hacerse con igual fuerza contra su estado de fusion original de la tierra.

En fin, sus épocas de la naturaleza se hallan como hemos indicado en otra parte, en contradiccion con todas las leyes físicas y fisiológicas conocidas; reposan ademas sobre imposibilidades metafísicas, tales como el nacimiento espontáneo de los vegetales y de los animales etc. Asi bajo el punto de vista científico, las épocas de la naturaleza son un grave error que no ha sido sostenido por su autor, sino porque le faltaban los hechos geológicos, porque no ha tenido en cuenta las leyes armónicas del universo que sin embargo habia establecido tan acertadamente en otros puntos.

Bajo el punto de vista teológico, tanto como su teoría de la tierra puede avenirse con el texto del Génesis, tanto sus épocas de la naturaleza se hallan en oposicion continua con el texto sagrado.

1.° Los astros, segun dice Buffon, habrian existido desde la primera época; el Génesis marca su creacion en el cuarto dia.

2.° Los animales marinos y los vegetales habrian aparecido en la segunda época de Buffon; el Génesis asigna la creacion de los vegetales al tercer dia, y el de los primeros animales al quinto.

3.° La separacion de los continentes ocupa la sexta época de Buffon; en el Génesis la retirada de los mares se verifica al tercer dia.

4.° Los animales terrestres aparecen en la quinta época de Buffon; en el Génesis son creados en el sexto dia, asi como el hombre que Buffon no hace aparecer hasta su séptima época. En fin, otro error capital es que Buffon presenta á la tierra y á los seres que la habitan creándose y organizándose á sí mismos por las propias fuerzas de la materia.

En definitiva, las épocas de la naturaleza no son mas que el materialismo antiguo de las cosmogonías griegas é indostánicas presentado bajo una forma algo mas científica.

Nos hemos apoyado en Buffon porque es realmente el verdadero punto de partida de la geologia moderna; y por un fenómeno bastante singular, que hasta ahora ha escapado á la historia y á los geólogos, se halla á la cabeza de dos direcciones opuestas. Por esta bifurcacion notable, Buffon es á un mismo tiempo gefe del progreso real en la geologia positiva, y gefe de las aberraciones de la imaginacion en la geologia hipotética. En efecto, en su teoría de la tierra, obra únicamente basada sobre los hechos y las leyes conocidas, ha establecido todos los principios de la geologia positiva, de la que recoge, observa y compara los hechos, y trata de explicar los fenómenos pasados por los efectos de las causas actuales; lo desconocido por lo conocido.

En sus épocas de la naturaleza, por el contrario, ha abierto y trazado el camino á la geologia hipotética, á la que quiere crearlo todo por la imaginacion, que no tiene en cuenta las leyes conocidas y que no marcha sino por hipótesis. Lo que asombra es que un genio tan profundamente penetrado de las armonías de la creacion, no se haya detenido por esas mismas armonías que las creaciones de su imaginacion violaban.

Por lo demás él mismo ha tenido cuidado de advertir que no proponia sus hipótesis en paralelo con su teoría de la tierra tan positiva y tan verdadera, sino para mostrar la diferencia que hay entre un sistema fundado en puras hipótesis y una teoría apoyada por los hechos.

CAPITULO III.

Pallas que vivia al mismo tiempo que Buffon debe ser considerado con él como creador de la geologia positiva y de la anatomía paleontológica.

La Memoria de Pallas sobre la Teoría de las montañas modificó las primeras ideas que Buffon habia publicado en su teoría de la tierra é hizo desaparecer varias hipótesis cuando estas ideas fueron despues reproducidas en las épocas de la naturaleza.

Otro hombre ignorado, porque sus obras no han sido concluidas, habia hecho trabajos mas positivos, de gran valor sobre la geologia y la paleontologia; este hombre es Guettard, de la Academia de ciencias de París. En paleontologia se ocupó sobre todo de los animales sin vértebras, de las conchas y de los zoófi-

tos fósiles. El es tambien quien ha hecho las primeras investigaciones de análisis sobre los terrenos de París. Todos sus trabajos se hallan en las Memorias de dicha Academia.

En tal estado se hallaban las cosas cuando Pallas emprendió su viaje que cambiaron el aspecto de la geología, y excedieron con mucho á Buffon en la via positiva.

Pallas empieza por desechar todas las teorías hipotéticas que le han precedido, y cambia el aspecto de la ciencia demostrando la sucesion de los tres órdenes primitivos de montañas: los granitos en medio, los esquistos á su lado y las calizas en el exterior.

I. Geognosia. A. *Núcleo central.* Sus observaciones han probado que las montañas mas elevadas del globo, que forman las cordilleras continuas, estan hechas de esa roca que se llama granito, cuya base es siempre un cuarzo mas ó menos mezclado con feldspato, con mica y con basaltos esparcidos sin órden alguno y por fragmentos irregulares en diferentes puntos; que esta vieja roca y la arena producida por su descomposicion, forman la base de todos los continentes, tanto en las montañas como en las tierras bajas; que nada es mas verosímil que tomar esta roca por el principal ingrediente del interior de nuestro globo. «Confieso, dice Pallas, que semejante constitucion no puede favorecer la teoría del fuego central, sino que por el contrario debe complacer á los físicos que colocan en el centro de la tierra una enorme masa de iman.»

«Por lo demás el granito, en general, puede parecer, dice, haberse hallado en un estado de fusion y no ser mas que una produccion de los fuegos. Quizá no pertenece á los hombres profundizar la verdadera causa que ha lanzado esta masa enorme de materia vitrificada en la órbita en que circulamos.»

«Siempre está probado por una observacion general y constante: 1.°, que el granito nunca se encuentra en capas, sino en peñascos y en rocas, ó por lo menos en masas amontonadas unas sobre otras: 2.°, que nunca contiene el menor vestigio de petrificaciones ó impresiones orgánicas, de manera que parece haber sido anterior á toda la naturaleza organizada, ó por lo menos haberse reducido al estado en que la vemos por una fusion total que ha destruido hasta los menores vestigios de todo cuerpo orgánico que pudiera haber existido antes de tal catástrofe; 3.°, que las mayores eminencias que forma esta roca, ya sea en mesetas, ya en cumbres de montañas ó puntos escarpados, nunca estan cubiertas de capas arcillosas ó calizas originarias del mar, sino que parece haberse hallado siempre ó desde su formacion, elevadas y en seco sobre el nivel del mar.»

«Observacion que refuta la hipótesis de los que creen que todas estas elevaciones montañosas del globo, son efecto del fuego central y de sus explosiones en las primeras edades de la tierra, cuando la costra que rodeaba este brasero maravilloso, no tenia aun bastante solidez para resistir igualmente á aquel agente interior, lo cual no hubiera podido verificarse sin elevar al mismo tiempo diferentes capas extrañas que deberian encontrarse colocadas en las grandes alturas escarpadas de las rocas graníticas. Un solo ejemplo de esta naturaleza probaria que puede haber fuegos subterráneos ó volcanes mas abajo del granito ó en el interior de esta roca; pero hasta ahora se han buscado en vano, porque los focos de varios volcanes apagados, que se han examinado en nuestros dias, parecen haberse hallado colocados inmediatamente encima de la antigua roca.

4.° Un cuarto carácter de las montañas graníticas es el de hallarse siempre acompañadas en los lados de las grandes cordilleras de fajas esquistosas y de calizas y algunas veces de arenas ó de gres.

5.° Las montañas graníticas de nuestro globo no estan todas distribuidas por cordilleras, torcidas en diferentes direcciones, y ordinariamente en el sentido del meridiano ó del ecuador, cruzadas ó coherentes, en forma de cayado, de red ó de costillas unidas á una espina comun, como lo pretenden Bourguet y Buffon, sino que ofrecen una disposicion diferente en cada grupo.

6.° La asercion del filósofo Bourguet renovada por el conde de Buffon, sobre los ángulos correspondientes de las montañas, sufre muchas excepciones en las cordilleras graníticas y aun frecuentemente en las montañas de los órdenes secundarios.

Por tantos hechos positivos, la mayor parte de las teorías sobre la formacion del globo, anteriores y posteriores á Pallas, estan invertidas, y la geología entra así francamente en una via positiva, que no se habria jamás debido abandonar; felizmente se tiende hoy á volver á ella. Las observaciones de Pallas sobre los otros terrenos no son menos positivas.

B. *Terrenos esquistosos.* 1.° La faja de montañas primitivas esquistosas heterogéneas, que por toda la tierra acompaña las cordilleras graníticas y comprende las rocas cuarzosas y talcosas mixtas, trapezoideas, serpentinas, el esquisto córneo, las rocas espáticas y córneas, los gres puros, el pórfido y el jaspe, todas rocas cascadas, en capas ó casi perpendiculares, ó por lo menos muy rápidamente inclinadas (las mas á propósito para la filtracion de las aguas), parecen lo mismo que el granito, anteriores á la creacion organizada.

2.° No contienen el menor indicio de petrificaciones ó impresiones de cuerpos organizados. Si en ellas se encuentran, es aparentemente en las hendiduras de estas rocas, adonde estos cuerpos han sido arrastrados por un diluvio y embutidos despues en una materia infiltrada, lo mismo que se han encontrado restos de elefantes en el filon de la mina de plata de Schlangenberg.

3.° Estas montañas son el resultado de la descomposicion de los granitos.

4.° Parecen haber sufrido los efectos de un fuego muy violento, y observan ciertas leyes en la disposicion respectiva de las rocas antiguas que las componen.

C. *Montañas secundarias.* «Podremos hablar mas decididamente sobre las montañas secundarias y terciarias.... Estos dos órdenes de montañas presentan la crónica de nuestro globo, la mas antigua, la menos expuesta á falsificaciones, y al mismo tiempo mas legible que el carácter de las cadenas primitivas; estas son los archivos de la naturaleza, anteriores á las letras y á las tradiciones mas antiguas, que le estaba reservado á nuestro siglo observador hojear, comentar y dar al público; pero que muchos siglos despues del nuestro no agotarán. Las montañas secundarias son de naturaleza y de orígen muy diferentes de las anteriores.

Se hallan situadas á los lados de la faja de esquisto del grupo anterior que acompañan por fuera.

Al principio estan mas ó menos invertidas y levantadas y despues se hacen cada vez mas horizontales y estratificadas. Alejándose de las cordilleras de montañas se ve á las capas calizas aplanarse bastante rápidamente, tomar una posicion horizontal y hacerse abundantes en toda clase de conchas, de madréporas y de otros despojos marinos. Unas veces son sólidas y estan como sembradas de despojos marinos, otras estan compuestas de conchas y madréporas rotas, y de ese guijo calizo que se encuentra siempre en los parajes en que el mar abunda en producciones semejantes, otras en fin, se hallan disueltas en la creta y en las margas y frecuentemente entremezcladas de capas de guijo y de cantos rodados.

Estan compuestas de dos partes principales sobrepuestas, la capa gredosa y la faja caliza.

La capa gredosa, que parece continua á una parte de la faja esquistosa de las altas cordilleras, prueba por sus abundantes petrificaciones, que el mar debe haber cubierto á una gran profundidad.

Es muy probable, observa Pallas con este motivo que las amonitas y belemnitas, cuyos originales no conocemos aun, no nos hayan permanecido desconocidas sino á causa de que no pueden vivir mas que á grandes profundidades. Su abundancia en los lechos de greda inferiores á las capas calizas, es una prueba indirecta. Se ha agitado muchas veces la cuestion de saber por qué las petrificaciones que se encuentran en las montañas calizas de Europa, son en su mayor parte originarias del mar de las Indias. Esta suposicion parece ya por sí misna falsa. Las producciones que se creen particulares á los mares lejanos, son en su mayor parte las mismas en los mares del Norte, pero no viven en ninguna parte mas que en los abismos, porque su existencia parece que exige la presion de una gran masa de agua. Tales son entre otras las anomias (llamadas tambien gallinas ó picos de loro), las palmeras de mar ó enerisnas.

1.° La *faja arcillosa* está formada en primer lugar de capas de depósitos que contienen peñascos de granito y bancos enormes de cantos rodados, y despues de depósitos piritosos, bituminosos y carbonosos estratificados.

2.° La *faja caliza* es al principio dura y lisa; se eleva algunas veces en montañas de una altura muy considerable, irregulares, rápidas y cortadas en valles escarpados. En estas altas montañas calizas se encuentran frecuentes grutas y cavernas muy notables, tanto por su extension como por las hermosas congelaciones y cristalizaciones estalactíticas de que se adornan. Algunas de estas grutas no pueden atribuirse sino al trastorno de las capas, otras parece que deben su orígen al desagüe de las fuentes subterráneas que han ablandado, desgastado y acarreado una parte de la roca susceptible de ello.

La faja caliza se convierte en creta y entonces contiene ó no pedernales.

Algunas veces es tan abundante en madréporas y en conchas, que parece enteramente formada de ellas sin mezcla de animales terrestres.

«Estas dos grandes fajas de montañas secundarias, abundantes en producciones marinas, han formado una y otra en las primeras edades del globo, el fondo de un mar profundo, que no podria haber producido estos depósitos originariamente marinos y sin mezcla alguna de animales terrestres, sino durante una larga serie de siglos.»

Así el autor no ha llegado aun á la division de los cuerpos organizados marinos y de agua dulce; division que deberá hacerse mas tarde en Italia y en Francia.

Enumera pues en los terrenos secundarios la capa gredosa, el peñasco antiguo sobre la caliza jurásica terminado por la creta, que difiere de la de su país que contiene pedernales.

A. ***Montañas terciarias.*** A la faja caliza se hallan sobrepuestas las montañas terciarias, efectos de las catástrofes mas modernas de nuestro globo. La mayor parte estan compuestas de gres, de margas rojizas, mezcladas de capas mixtas; se extienden, sobre todo, por largas fajas paralelas á las principales pendientes que siguen el curso de los rios.

«Contienen muy pocos indicios de producciones marinas, y nunca masas enteras de estos cuerpos, tales como un mar reposado durante algunos siglos ha podido acumularlos en los bancos calizos.» Esta observacion está contradicha formalmente por los terrenos terciarios parisienses por ejemplo.

Nada hay por el contrario, añade, mas abundante en estas montañas de gres estratificado sobre el antiguo plano calizo, que troncos de árboles enteros y fragmentos de madera petrificada, frecuentemente mineralizada por el cobre ó el hierro; impresiones de troncos de palmeras, de tallos de plantas, de cañas y de algunos frutos extraños; en fin, osamentas de animales terrestres tan raros en las capas calizas. Estos árboles son notables, sobre todo por las señales evidentes de esos gusanos roedores que atacan á las maderas de los barcos, á las estacas y otras maderas, humedecidas en el mar, y que son propiamente originarios del mar de Indias.

En estos mismos depósitos arenosos, y frecuentemente limosos, yacen los restos de los grandes animales de la India: esas osamentas de elefantes, de rinocerontes, de búfalos monstruosos, de que todos los dias se descubre tan gran número en toda la frontera meridional de la Siberia.

«Estas grandes osamentas, consideradas en su situacion natural, me han convencido sobre todo de la realidad de un diluvio acaecido sobre nuestra tierra, de una catástrofe que confieso no podia comprender antes de haber recorrido aquellos sitios y visto por mí mismo todo lo que puede servir en ellos de prueba á este acontecimiento memorable.»

Así, pues, Pallas habia comprendido bajo el nombre de montañas primarias los granitos y los esquistos formados de sus restos; en las montañas secundarias las gredas, las calizas y las cretas, y en fin, en las montañas terciarias, todo lo que comprendemos superior á la creta. A estas últimas ha mezclado el terreno diluviano, en lo cual se conviene hoy. Las montañas secundarias son, segun él, el producto del mar, mientras que en las terciarias no hay nada de marino. Esto es lo relativo á los hechos, segun los cuales la geología estática es casi enteramente la misma que hoy, aparte de la introduccion de un gran número de observaciones nuevas, y por efecto de las subdivisiones de estos diferentes terrenos. Pero ademas, él ha tratado de dar su etiología: aquí ha podido engañarse como todo el mundo; pero no es menos cierto que un gran número de sus ideas han quedado adquiridas para la ciencia, y que las otras merecen ser mas estudiadas de lo que han sido.

II. *Geogenia ó geología etiológica, ó de las causas que han producido el estado actual de nuestros continentes.* En su opinion no debe bastar una sola causa para explicar todos los fenómenos geológicos, y el haber querido los geólogos anteriores hacerlo así, ha sido causa de que no lo hayan conseguido; en efecto, tal explicacion buena para un lugar, no conviene á otro; así, admite diferentes causas para los granitos, los esquistos, las calizas, etc. Niega el fuego central, y no admite que las alturas, las grandes cordilleras continuas graníticas, sean efecto de sus explosiones en las primeras edades de la tierra.

Acepta los granitos sin tratar de descubrir su causa, que considera como imposible de encontrar; para él, las montañas graníticas datan de la creacion.

Pero una vez admitidos los granitos, esta roca que formaba en su orígen el único continente en descubierto, descompuesta por las influencias meteóricas y la presencia de un principio salino, ha producido las masas de guijo, de arenas y de rocas descompuestas que han formado los esquistos; de rocas podridas y de limo que se han convertido en tierra vegetal.

Admite así, que las montañas esquistosas y laterales al granito, parecen haber experimentado efecto de fuegos subterráneos; pero que tienen ciertamente otro orígen mucho mas antiguo que las montañas secundarias.

El foco de los volcanes, parece pues colocado sobre la antigua roca granítica, pero no en su interior, y aun menos debajo. Su orígen se halla entre los terrenos esquistosos y graníticos, y tambien en la faja gredosa que está llena de piritas bituminosas. En estos lugares, donde se encuentran en mayor abundancia los terrenos mineralógicos, los minerales combinán-

dose con los abundantes productos sulfurosos de la putrefaccion de los animales marinos, darian lugar á los volcanes y á todos los fuegos subterráneos que desde entonces han podido levantar todas las capas superiores de los terrenos secundarios. Asi parece haberse formado el Ararat, como igualmente varias montañas esquistosas y calizas de Pérsia, donde los volcanes no estan enteramente apagados.

Las montañas secundarias, que estan llenas de productos marinos, estaban antiguamente cubiertas por las aguas del mar, cuyo nivel tenia una elevacion suficiente para esto; han sido formadas por un mar que ha reposado tranquilamente durante muchos siglos. Entonces el centro del Asia formaba una gran isla, rodeada de montañas, y que constaba de tantos cabos y cordilleras sub-marinas, como ramificaciones montañosas se observan hoy.

Atribuye las grutas de las calizas secundarias, unas al trastorno de las capas, y otras á la salida de las aguas.

Las montañas terciarias son, segun él, el resultado de las últimas catástrofes de nuestro globo; son un efecto del diluvio.

Pero debemos seguir á Pallas mas lejos. Despues de haber expuesto la estadística del Asia y de sus montañas, concluye asi: «hé aquí, pues, una gran extension de paises cruzados de montañas, que se encuentran infinitamente mas elevadas que las llanuras del continente, situadas bajo paralelos bastante variados para que las producciones del Norte y del Mediodía hayan podido encontrar en ellas, en las primeras edades del mundo, los sitios propios para su vegetacion ó para su vida. Si se supone (como no puede dudarse razonablemente), que el nivel de los mares era en lo antiguo bastante elevado para cubrir las capas horizontales de los continentes que hoy encontramos llenos de profundidades marinas, el centro del Asia habrá formado, pues, una gran isla rodeada de montañas y con tantos cabos y cordilleras marinas como ramificaciones montañosas parten de su centro. Suponiendo ademas que en un principio esta meseta no hubiera sido mas que granito desnudo, la descomposicion que esta roca experimenta diariamente por las influencias meteóricas, y por un principio salino inherente al granito, al cual se debe el estado salado de las aguas y del suelo en todas las lomas del Asia, y que puede tambien haber contribuido á la primera saladura de los mares, debia producir muy pronto masas de guijo, de roca podrida y de limo que en los Alpes son sumamente fértiles para la produccion de toda especie de vegetales. Esta gran meseta, asi descubierta, ha sido el primer terreno habitable; en los valles del Mediodía de este antiguo país, es donde se debe buscar la primera patria de nuestra especie; sobre todo de la raza de los hombre blancos, que han ido de allí á poblar en masa las felices comarcas de la China, de la Persia, y sobre todo de la India, donde segun la confesion de todo el mundo, habitan las naciones mas antiguamente cultivadas del universo, y donde, quizá, se deben buscar las raices de las lenguas primitivas del Asia y de la Europa.

Todos los animales que se han vuelto domésticos en el Norte, como tambien en el Mediodía, se encontraron originariamente salvajes en el centro templado del Asia, á excepcion del dromedario, cuyas dos razas no se dan bien mas que en Africa, y se familiarizan difícilmente con el clima de Asia. La patria primitiva del toro salvaje, del búfalo, del carnero salvaje, que ha producido nuestras ovejas, de la cabra de Bezoar, y del revezo, que se han mezclado para producir la raza fecunda de nuestras cabras domésticas, está en las cadenas montañosas que ocupan el centro del Asia y una parte de la Europa. El rengífero abunda y sirve de ganado en las altas montañas que circundan la Siberia y que ocupan su extremidad habitual. El camello de dos gibas subsiste salvaje en los grandes desiertos, entre el Thibet y la China. El jabalí ocupa los bosques y los pantanos de toda el Asia templada, etc.

«Todos los animales sujetos al hombre, siendo originariamente del Asia templada, parecen probar que la meseta de este continente era tambien la primera patria de aquel.

»Se podria asegurar que la raza de los hombres negros forma el tronco primitivo de la especie, y la blanca no es mas que una degeneracion. Pero muchos hechos combaten tal opinion. Es mas probable que la casualidad pueda haber trasladado nuestra raza al Africa, en una época en que las mesetas de este continente estaban aun separadas del Asia por grandes intervalos del mar, y esta nueva estancia, siendo toda entera en la zona tórrida, la influencia de un clima tan ardiente durante una serie de siglos, debió muy bien hacer cambiar de complexion á aquellos hombres transplantados. Mientras que en América, donde por otra parte la especie humana parece haberse establecido en tiempos mas modernos, situaciones tan ardientes no han podido producir tanto efecto, por la razon quizá, de que los hombres, encontrando allí una cordillera extensa del Mediodía al Norte, podian sucesivamente cambiar de climas ó mezclar sus razas nacidas á diferentes latitudes, y por este medio templar los efectos de la zona tórrida.»

Asi pues, Pallas considera el Asia central como el primer centro en donde se habria operado la creacion del hombre y de los animales, que despues habrian emigrado, por causas que no explica, á otros dos centros donde los seres organizados habrian sufrido modificaciones.

«El Africa, dice aun en una nota, debe tener en su centro comarcas tan elevadas, rodeadas y cruzadas de montañas, que han debido servir, como estas mesetas del Asia y de América, de plantel á la creacion orgánica.

De todas las consideraciones anteriores, se sigue pues, segun parece, que todas las llanuras de la gran Rusia, eran en otro tiempo fondo del Océano. He adelantado tambien respecto de las cordilleras graníticas y á las mesetas formadas por la roca antigua, que el mar, del cual no se ve allí ningun indicio, no pudo jamás haberlas superado como el conde de Buffon cree. Pero estas mesetas y estas elevadas cordilleras han sido siempre islas y continentes mucho menos extensos que los de hoy dia, pero habitables á los animales y vegetales terrestres. Resta encontrar las causas que han hecho bajar el nivel de los mares hasta el punto de descubrir esta gran extension de tierra que forma hoy las llanuras de los continentes que han dejado en seco estos bancos de conchas marinas y que han podido elevar una parte á altas montañas, cuya elevacion es bastante prodigiosa para admitir que hayan sido formadas tal como son bajo las olas de un mar primitivo. Creo que es preciso combinar los efectos sucesivos de los volcanes y de las otras fuerzas subterráneas, con los de un diluvio ó de varios de esos desbordamientos del Océano, para dar razones probables de los cambios sucedidos indudablemente en nuestra tierra. Conviene reunir varias hipótesis modernas, pero no referirse á una sola causa, como han hecho casi todos los autores de las diferentes teorías del globo.»

Supone, pues, que las altas cordilleras graníticas han formado en todo tiempo mesetas habitables; que por sus restos han dado orígen á las capas esquistosas, á los gres, y á las arenas primitivas; que el mar conduciendo en estas mezclas los productos de la disolucion de tantos animales y vegetales de que está poblado, ha dado lugar, infiltrando estos principios en las capas que se formaban sobre el granito, á masas de piritas, focos de los primeros volcanes, que se ven en fin estallar en diferentes partes del globo.

Estos volcanes, con el transcurso de los siglos, han levantado las montañas esquistosas y calizas que corresponden á las capas de las llanuras, han formado las cavernas de estas montañas y rechazado las aguas del mar elevando sus bajos-fondos.

Por otra parte los terrenos producidos en las montañas, tanto por la descomposicion del granito y de otras piedras, como por la destruccion de los animales y las plantas, con los restos de las rocas arrastradas por los torrentes, aumentaban las costas y retiraban los límites del mar.

Pero esta disminucion de los mares, unida á la consuncion probable de las aguas, no habria podido bastar durante millares de años para dejar en seco las cordilleras marinas horizontales. Fácilmente se explicará esto, si se supone que erupciones sub-marinas de las cuales se ven todavía ejemplos en nuestros mares, han podido elevar montañas é islas, dando lugar á grandes inundaciones que habrian hecho refluir las aguas en abismos subterráneos. Todos los Alpes calizos, que pasan de cien toesas de elevacion perpendicular, estan ciertamente elevadas por la accion de erupciones subterráneas.

Ahora bien, de Jussieu ha deducido juiciosamente, segun los helechos y las demás plantas indias que se encuentran impresas sobre las pizarras de Europa, que la inundacion que las tendió en estos lechos, debia venir del Sur ó del Océano de las Indias. La misma direccion está probada por los restos de animales terrestres que no viven sino entre los trópicos, amontonados hasta en las tierras árcticas.

¿Pero qué cosa hay mas comun que los volcanes de que estan llenos y cuyos vestigios conservan todos los archipiélagos de la India, desde el Africa hasta el Japon y las tierras australes? Los que subsisten aun en estos parajes, son los mas poderosos y los mas furiosos del universo. La primera erupcion de estos fuegos, que elevaron allí el fondo de un mar muy profundo, y que quizá de un solo golpe ó por sacudimientos que se sucedieron con prontitud hizo nacer las islas de la Sonda, las Molucas y una parte de las Filipinas y de las tierras australes, debia arrojar por todas partes una masa de agua que excede á la imaginacion, y la cual chocando contra la barrera que las cordilleras continuas del Asia y de la Europa la oponen al Norte, é impelida por nuevas oleadas que sucedian, debió causar trastornos y brechas enormes en las tierras bajas de aquellos continentes, arrastrar los bancos formados delante de ellos y las capas superiores de las primeras tierras, y pasando por encima de las partes menos elevadas en la cordillera que forma el centro del continente, acarrear y depositar en las pendientes opuestas estos despojos mezclados con las materias de que la erupcion habia ya cargado las aguas del mar, sepultar sin órden los restos de árboles y de animales grandes que fueròn envueltos en la ruina, y formar por medio de estos depósitos sucesivos, las montañas terciarias de que ya hemos hablado, y los terraplenes de la Siberia; formar, en fin, corriéndose hácia el polo, las desigualdades, los valles, el aspecto de rio, los lagos y los grandes golfos del mar Septentrional. Considerando los grandes golfos del mar que baña el Asia al Mediodia, como las huellas hechas por las olas del Océano, se dará una razon mucho mas fundada que si se quisiera con Buffon atribuir algunas de estas brechas á los efectos imperceptibles de un movimiento constante de los mares del Oriente hácia el Occidente.»

«Este seria pues el diluvio de que casi todos los antiguos pueblos del Asia, los Caldeos, los Persas, los Indios, los Thibetinos y los Chinos han conservado memoria y cuya época fijan con pocos años de diferencia en el tiempo del diluvio mosáico. La Europa y las tierras bajas del Asia han sufrido despues cambios considerables por otras inundaciones, ya debidas á erupciones análogas sub-marinas, ya á la efusion de los grandes mares mediterráneos, como quizá de el que hoy lleva este nombre y del Ponto Euxino.»

Este enorme diluvio, admitido por Pallas, ha sido rechazado por Cuvier y Blumenbach, porque los animales que en él se encuentran no son los de la India; pero este solo hecho no destruiria enteramente su tesis.

Asi Pallas habia establecido en una pequeña memoria todas las bases y los grandes principios de la geologia positiva, y de este estudio han partido la escuela de Werner y las escuelas modernas, las cuales casi no han hecho mas sino subdividir estos terrenos admitidos y demostrado por Pallas que habia llegado por las circunstancias y los estudios mas favorables en sus numerosos viajes á emitir las opiniones demostradas hoy con mas certidumbre.

III. *Paleontologia ó uso de las medallas que han quedado en el seno de la tierra para demostrar su estado en tal ó cual época.* Pallas, despues de haber asegurado que las montañas secundarias y terciarias son el libro de los archivos de la naturaleza anteriores á toda la historia, ha sido el primero que ha distinguido las montañas llamadas despues formaciones, segun que contengan ó no cuerpos organizados, y despues segun que estos cuerpos sean marinos ó terrestres; de esta manera ha fundado sobre la paleontologia la geologia etiológica.

Ha hecho la observacion importante de que no se debe admitir que los animales fósiles se hayan perdido porque no se les conozca en estado vivo, cree por ejemplo que las Ammonitas y las Belemnitas existen aun en las profundidades fangosas del mar.

Tambien ha sido el primero que ha observado que los restos fósiles que se encuentran en gran número en los terrenos diluvianos, eran mas análogos á los productos de la India que á los de los paises en que se encuentran. Hoy se pretende que esto se debe á la variacion de temperatura, mientras que Pallas lo emplea para demostrar su gran irrupcion venida de la India; y esta cuestion ha necesitado y necesita todavía exámen.

En cuanto á la especie humana admite que es originaria de la meseta de Asia; sus ideas en este punto tienen aun que estudiarse. Prueba por trabajos sucesivos, los únicos bien hechos hasta ahora, la degeneracion de todos nuestros animales domésticos. Desde este momento le ha sido posible con la anatomía zoológica estudiar por medio de una comparacion exacta con los animales vivos, las osamentas fósiles y aun los dientes mamelonados del mastodonte que ha comparado con el animal del Ohio. Estableciendo estos principios que veremos muy bien aplicados y desarrollados mas adelante, ha creado Pallas la paleontologia y la ha dirigido hácia las grandes cuestiones de la etiologia de nuestro globo. El mismo los ha aplicado á la determinacion de un gran número de osamentas fósiles de mastodonte, de elefante, de rinoceronte, de búfalo, de gacela, de gacela recticorne, etc., y habia ya observado que estos animales se encuentran con conchas marinas, huesos de peces marinos, ammonitas y belemnitas.

Segun Pallas, no habia mas que aumentar el número de los hechos con ayuda de los principios que ha establecido, y esto es en efecto lo que veremos que se hace en paleontologia aunque con menos reserva y prudencia.

A pesar del progreso considerable que Pallas imprimia á la geologia positiva, á pesar de la prudencia y reserva de sus etiologías que no tienen absolutamente nada contrario al texto sagrado, un gran número de autores aceptaron aun las teorías hipotéticas; pero como han servido de poco á la ciencia, diremos solo algunas palabras acerca de los mas conocidos, de

los que han producido algunos resultados á la ciencia.

Dolomieu que reemplazó á Daubenton en la cátedra de mineralogía del Museo de París, ha publicado varias memorias sobre los volcanes y un viaje á las islas Lipari etc.; habia estudiado particularmente las lunas y los terraplenes con el objeto de encontrar en ellas una medida de los tiempos geológicos. Segun él, la tierra fue creada en suspension en el agua, la creacion de la luz verificó en ella una precipitacion, de donde han nacido los granitos y todas las rocas primitivas. El choque de una causa exterior, quizá de un cometa, quebrantó la corteza de la tierra y formó las montañas y los valles primitivos. Despues de la existencia de los cuerpos organizados, inmensas mareas han barrido el fondo de los mares, producido las montañas y las colinas secundarias acumulando en ellas los restos de cuerpos organizados; al mismo tiempo han abierto los valles y depositado los peñascos primitivos tan numerosos y voluminosos que se encuentran en muchos puntos encima de los terrenos secundarios.

Saussure es el primero que ha estudiado detenidamente los Alpes; reconoce al fin de sus viajes que ningun sistema puede explicar los fenómenos geológicos de una manera satisfactoria. Sin embargo, tratando de representarse el orígen de las montañas, cree que el mar ha excavado la superficie del globo, que ha depositado los terrenos primitivos, despues las capas secundarias horizontales y concéntricas; que en seguida los fuegos interiores ó los fluidos elásticos han levantado y roto esta corteza del globo y abierto abismos para las aguas.

No hablaremos de Patrin que consideraba la tierra como un ser vivo y ha querido explicarlo todo por esta hipótesis inadmisible; indicaremos solamente los trabajos de Hutton, Playfair, Breislack, Fleurian de Bellevue, que tratan mas especialmente sobre los volcanes, sobre la comparacion de sus productos con las rocas primitivas, de donde han deducido que unos y otras eran debidos á la accion del fuego.

Deluc (1770–1810) ha vivido mas entre el vulgo, y su influencia se ejerce todavía sobre ciertos teólogos; tambien ocupará un poco mas nuestra atencion. No hace empezar la cronología de Moisés sino en la creacion del hombre. Para él los seis dias de la creacion no son mas que dias de veinte y cuatro horas, sino que son, como para Buffon, tiempos ó períodos que se pueden prolongar y extender á voluntad. Para formar el mundo, el Criador ha empleado las causas segundas como las emplea para conservarle: esta es la tesis de Buffon algo modificada.

Deluc supone que todas las capas de nuestros continentes, sin exceptuar las de granito, han formado en un principio parte de una especie de líquido acuoso, masa informe y confusa de elementos diversos que cubria todo el globo primitivo. El Criador comunicando á este caos cierta cantidad de luz, hizo nacer en ella las precipitaciones químicas que han separado sucesivamente los elementos y los han extendido por capas horizontales. Las sustancias que sirvieron de base á las primeras capas, pasando del estado pulverulento al estado macizo, formaron vastas cavidades subterráneas donde se sepultaron y se rompieron desigualmente. Los hundimientos se extendieron á una gran parte de la superficie del globo, y las depresiones que resultaron fueron llenas por las aguas y formaron las primeras cuencas de los mares. Entonces fue cuando aparecieron los primeros continentes, mucho mas extensos que los nuestros. El sol no los iluminaba todavía cuando se poblaron de vegetales mayores que las especies actuales y de géneros tan diferentes que se ve muy bien que se desarrollaron bajo el reinado de la luz, sin sol. Sus restos han formado posteriormente el antracito y la hulla. Estos acontecimientos se verificaron durante los tres primeros dias ó períodos indeterminados del Génesis.

Habiendo despues experimentado las causas terrestres grandes cambios por la influencia del sol, produjeron en el líquido otras varias clases de precipitados, y dieron lugar á la formacion de las capas de piedra caliza, agrisada, de grano fino, donde se encuentran los primeros vestigios de animales marinos. En este mismo período, los volcanes se esparcieron en lavas y se depositaron las capas de piedra arenosa, la hulla, la creta y la sal gemma.

El líquido y la atmósfera sufrieron aun nuevos cambios y resultaron diferentes capas y animales marinos de varias especies, cuyos restos contienen. En esta época, todo el espesor de las capas se hundió por segunda vez, y al romperse dió orígen á nuestras grandes cordilleras de montanas y á todos los desórdenes que la observacion descubre en ellas. La realizacion de esta serie de fenómenos corresponde á los periodos de los dias cuarto y quinto del Génesis.

En el sexto período, los precipitados casi no contenian sustancias propias para formar depósitos sólidos. Las capas movedizas de la superficie de nuestros continentes presentan tambien indicios de grandes catástrofes. Contienen despojos de animales terrestres y estan situadas en climas en que estos animales no podrian vivir ya porque la temperatura se ha enfriado. El mar cubria todavía nuestras comarcas en los tiempos en que vivieron esos grandes cuadrúpedos, puesto que sus cadáveres ocupan capas que contienen tambien restos de animales marinos; no se puede, pues, suponer con Buffon que los animales terrestres representados por estos fósiles, hubieran emigrado de otro clima al nuestro. Sucedió, pues, á los animales terrestres lo que habia sucedido á los vegetales de las hullas; los que habitaban islas cuyo suelo no habia adquirido aun una base sólida, fueron envueltos en las catástrofes de los lugares en que vivian; algunos quisieron salvarse á nado y perecieron en las olas siendo conducidos por las corrientes á nuestras comarcas que estaban entonces ocupadas por el mar. Tal es el orígen de los cadáveres que se encuentran en nuestras capas.

El hombre creado el último, vivia en familias poco esparcidas; ha perecido con su habitacion cuando por efecto de un grande y último hundimiento, los continentes se desplomaron en el seno de las cavidades subterráneas. El mar se precipitó sobre aquellas tierras y sumergió en sus profundidades las generaciones que las habitaban. Esta catástrofe es el diluvio universal descrito por Moisés. Entonces aparecieron de repente nuestros continentes actuales formados bajo el mar y puestos á descubierto por el cambio de sitio de las aguas. En las capas movedizas de estos nuevos continentes, estaban sepultados confusamente los restos de los cuadrúpedos que habian habitado las islas hundidas antes del diluvio, y los restos de los cetáceos que habian poblado los mares. La conservacion de todos estos restos que se encuentran aun casi enteros en los paises frios, y el poco espesor de la capa de la tierra vegetal que cubre nuestros continentes, concurren á probar que su emersion no data de siglos muy lejanos de nosotros.

El diluvio efectuó en el suelo y en la atmósfera cambios que han podido abreviar la vida humana, y ocasionar la extincion de algunas especies de animales; pero desde estos grandes y últimos acontecimientos todo ha quedado en reposo; ninguna capa nueva se ha formado, la temperatura no ha variado sensiblemente, y las especies vegetales animales han dejado de hallarse expuestas á las revoluciones que asolaron al mundo en los primeros períodos de su historia; tal es en sustancia la teoría un poco confusa del geólogo ginebrino, cuya influencia ha propagado mucho tiempo las preocupaciones en el vulgo. En lugar de mantener la ciencia en la via de observacion en que Buffon y Pallas la habian coloca-

do, la pone á imitacion de Woordward y otros geólogos ingleses en la de las hipótesis. Deluc no trataba como Buffon y sobre todo como Pallas, de explicar lo que ha sucedido por lo que sucede, porque segun él ya no sucede nada, sino que lo atribuye á causas extraordinarias que ya no existen al presente y cuya existencia en el pasado es una suposicion que ningun hecho autoriza.

Aunque Buffon demostró muy bien que las conchas no son medallas del diluvio, como se las llamaba, muchos naturalistas despues de él sostuvieron aun esta tesis. Una de las menores dificultades que presentaba era explicar cómo el mar habia podido ofrecer en una misma época tantas conchas como se encuentran hoy en todos los terrenos. Un autor cree haberlo resuelto, suponiendo que los gérmenes de los animales y de los vegetales esparcidos sobre la tierra y en el aire, habian sido dispersados por las corrientes diluvianas por todos los puntos de la superficie del globo, y sepultados hasta dos ó tres mil piés de profundidad en las entrañas de la tierra, donde habian en seguida nacido, se habian desarrollado, y al morir habian dejado sus despojos. Se creia la religion interesada en este debate. No se comprendia cómo animales y plantas terrestres que no habian vivido sino despues del diluvio podian encontrarse enterrados en las capas de nuestros continentes, y concediendo que estos animales y estas plantas hubieran vivido y hubieran si lo sepultados antes del diluvio, se temia que esta opinion diera al mundo demasiada antigüedad y quebrantara las creencias cristianas desmintiendo la cronología de Moisés. De aquí una multitud de explicaciones, tales como la anterior, todas á cual mas singulares y que no explicaban sino la ausencia de sentido comun y la ignorancia de sus autores. Hallándose las cosas en tal estado apareció la teoría de Deluc; y pareció á propósito para conciliarlo todo. Por medio de una interpretacion nueva de los dias del Génesis, ponia siglos á disposicion de las causas segundas para la realizacion de los fenómenos geológicos. Explicaba la creacion y el diluvio; anunciaba que existe una especie de correspondencia entre el órden cronológico de las diferentes creaciones y el que los fósiles afectan en las capas de la tierra. Estos caracteres revestidos de tan buenas intenciones han hecho su fortuna. Falta saber si como obra científica y religiosa merecia la acogida que la hizo el mundo.

Nada diremos de la dificultad que se experimenta para comprender esa corteza delgada y ligera del globo suspendida sobre los frágiles tabiques de esas inmensas cavernas subterráneas en que el mundo antidiluviano se hubo de sepultar, y cuya idea tomada de Woodward parece no haberse introducido en la teoría sino para explicar el diluvio, y la mezcla de fósiles de orígen y de época diferente en las capas del suelo. No hablaremos de esas precipitaciones químicas que hubieran de producir las rocas graníticas como las rocas sedimentarias, y que diferian tan esencialmente de lo que sucede hoy en las aguas, puesto que segun nuestro autor, hoy no sucede nada, y todo ha quedado en reposo desde que cesaron dichas precipitaciones. En lugar de discutir el valor intrínseco de las causas hipotéticas con que el geólogo de Ginebra ha formado la base de su teoría, se pueden negar los efectos que él las atribuye, oponiendo los hechos contrarios que presentan la observacion positiva.

Deluc pretende que las variaciones del líquido en que se han precipitado las materias minerales, han producido piedras diferentes, y la verdad es que cada época de la corteza terrestre contiene todas las especies de piedras: en todas las épocas se encuentran gres, arenas, calizas, arcillas y materias carbonosas.

Pretende que las sustancias minerales de las rocas han sido precipitadas, mientras que los minerales y las plantas han sido sepultados bajo las ruinas de la corteza terrestre, como un hombre bajo los escombros de su casa; y los hechos prueban que todos los fósiles han sido conducidos uno á uno por las mismas causas que han traido grano á grano todos los otros materiales de las capas; prueban ademas que estas capas tomadas en su continente, son el producto del movimiento alternativo, en unos puntos, y simultáneo en otros, de las aguas del mar y de las de las corrientes continentales y de los lagos.

Ademas, no existe, como ha pretendido Deluc, punto de concordancia entre el órden de la creacion de los seres, y el de su aparicion en las capas del suelo. En este concepto sus observaciones son completamente erróneas. Los vegetales, que segun él, debian aparecer los primeros, no se han presentado hasta aquí sino poco despues de las conchas, los peces y otros animales marinos. Los animales terrestres que no debian encontrarse sino en el sexto período de Deluc, es decir, en el seno de nuestras capas movedizas y superficiales, existian mucho tiempo antes, puesto que se encuentran en los terrenos jurásicos y en los terciarios inferiores y medios.

Insistimos sobre estos hechos que son importantes y tienden á confirmar el sentido literal del texto sagrado. En todos los puntos donde los geólogos han llevado sus investigaciones, las capas sedimentarias mas profundas han presentado animales marinos solos ó asociados á plantas; pero las plantas no se manifiestan solas antes que los animales; este es un hecho general ó al menos sin excepcion hasta el presente. Ahora bien, si los dos dias transcurridos entre la creacion del reino vegetal y la de los primeros animales, hubieran sido, como quiere Deluc, períodos de algunos millares de años, los primeros depósitos formados por las aguas no presentarian aun sino restos de vegetales; los moluscos, los articulados, los peces, etc., no se verian sino en las capas mucho mas elevadas, porque desde el momento que los rios y los mares han existido, las corrientes han empezado á arrastrar y depositar los materiales movibles que se encontraban á su paso; y puesto la observacion de los fósiles establece, que desde el principio atravesaron extensos bosques, y que gran número de vegetales se desarrollaron en las orillas de sus cuencas, es necesario deducir que habrian debido acumularse grandes depósitos de antracito y de hulla durante el curso de estos dos períodos antes de llegar á las capas del suelo ningun animal fósil, terrestre ó acuático. Asi estos largos períodos de duracion desconocida no se avienen mejor con los hechos geológicos que con el texto sagrado.

Si el tercer dia, que fue el de la creacion de las plantas, hubiera sido uno de esos inmensos intervalos de tiempo que suponian para Deluc, las revoluciones del globo, seria necesario admitir con él, que los vegetales producidos solo por la luz y el calórico pertenecian á especies muy diferentes de las nuestras, puesto que se desarrollaron sin la intervencion del sol, y vivieron mucho tiempo antes de la aparicion de este astro, cosa que la observacion no permite sostener. Las especies vegetales de la hulla y del antracito estaban ordenadas como las nuestras con relacion á la luz del sol; se han desarrollado bajo su influencia; los animales fósiles que los acompañan en las capas mas antiguas, tenian ojos; los ojos de los trilobitos, géneros de crustáceos propios de los terrenos primarios, son por su organizacion enteramente análogos á los de los crustáceos actualmente existentes; los ojos de los ictiosauros encierran un aparato tan semejante al que se encuentra en los ojos de varios animales, que es imposible dudar que aquellos ojos fósiles fueran aparatos ópticos calculados para recibir de la misma manera la luz, que transmite aun la vision de los objetos á los animales de nuestra época. Esta conclu-

sion está confirmada por el hecho general de que todas las cabezas fósiles de peces ó de reptiles, cualquiera que sea la formacion geológica en que se encuentren, presentan cavidades arbitrarias para que hayan podido existir en ella ojos con agujeres para el paso de los nervios ópticos, aunque sea raro encontrar en estas cavidades resto alguno de ojo. El sol y la luz han existido, pues, en todas las épocas geológicas.

Los mayores vegetales fósiles no son mas gigantescos que nuestros árboles de los bosques del Norte; tenemos plantas acuáticas, como el *Fucus gigantinus*, cuyos tallos tienen mas de 300 piés de longitud. ¿Es tambien el calórico el que ha dado proporciones gigantescas á los reptiles de los terrenos secundarios y á nuestros grandes mamíferos de los terrenos terciarios? Las diferencias específicas que existen entre nuestras plantas y las de los antiguos terrenos, no son mayores ni menores que las que distinguen nuestros vegetales y nuestros animales de Europa de los de América ó de la Nueva Holanda; su existencia y su extincion no suponen revolucion, cambio, ni diferencia alguna apreciable en las condiciones generales de la vida en la superficie del globo.

Asi esa interpretacion nueva de la palabra dia del Génesis imaginada por Deluc para conciliar la Biblia con la observacion, tal como se presentaba entonces, tendria por resultado ponerlas en oposicion una con otra; la observacion misma, la observacion mas detenida y mas extensa es la que nos conduce al sentido literal de que nadie debiera separarse porque es el único verdadero, el único razonable, y el único conforme al espíritu general del Génesis y en particular de la historia de la creacion; ¿no es esta la única reconvencion que la crítica sagrada puede hacer á la teoría de Deluc? En esta teoría en efecto, los períodos indeterminados se terminan por resoluciones que destruyen las creaciones existentes; ahora bien, no es creible que la historia que refiere las creaciones de cada dia ó período hubiera guardado un silencio absoluto sobre las revoluciones que hubieran destruido por la tarde la obra de la mañana.

En una palabra; la teoría de Deluc es en todos los puntos opuesta á la unidad armónica de la historia de la creacion tal como nos la enseña el Génesis. ¿En qué consiste que semejante teoría haya sido y todavía sea no solo adoptada, sino defendida con una especie de cólera por tantas inteligencias que se proponen defender la revelacion? Esto es lo que trataremos de explicar mas adelante.

Mientras Deluc hacia retrogradar la ciencia por sus teorías hipotéticas, Werner siguiendo las huellas de Pallas y las de Buffon, en lo que este tiene de positivo, creaba definitivamente la Geognosia. Llevando la observacion de las rocas que componen la corteza del globo hasta los detalles, ha podido establecer una distribucion de estas rocas que reposa sobre su antigüedad relativa determinada por su yacimiento. Divide, pues, los terrenos segun su antigüedad relativa en cinco grandes clases que llama: terrenos primitivos, terrenos de transicion, terrenos secundarios, terrenos de aluvion y terrenos volcánicos.

I. Los terrenos primitivos principales que comprenden todos los otros y no contienen restos orgánicos, son el granito, el gneiss, el micasquisto, el esquisto, la caliza, el trapp, la serpentina, el pórfido, la sienita, etc. Cada uno de estos terrenos presenta una ó varias formaciones.

II. Los terrenos de transicion formados de los restos de los terrenos primitivos y que contienen cuerpos organizados, reposan sobre los primitivos; estos son la caliza de transicion, el trapp de transicion y el terreno de granwacka.

III. Los terrenos secundarios siguen á los terrenos de transicion, y encierran segun Werner, diferentes formaciones de gres y de pudingas, de caliza, de yeso, de sal gemma, de terreno hullífero y de lignito, y las formaciones basálticas que llama trapp secundario.

IV. Los terrenos de aluvion son los mas recientes; Werner designa en ellos primeramente su *seyffenger-berg* ó terreno de explotacion por lavado; consiste en fragmentos rodados grandes ó pequeños de rocas de la inmediacion y encierra muchas veces minerales metálicos; despues, los aluviones arenosos, arcillosos, pantanosos y las tobas calizas.

V. Los terrenos volcánicos se dividen segun Werner en *pseudo-volcánicos* ó producidos por combustiones interiores pacíficas y situadas cerca de la superficie del suelo, y *volcánicos* propiamente dichos, ó producidos por las erupciones de los volcanes. Los primeros comprenden el jaspe porcelanita, la arcilla quemada, las escorias terrosas y el esquisto de pulimentar. La segunda clase contiene las lavas, las masas sin consistencia que se forman en la cumbre de los volcanes, las tobas volcánicas y las sustancias formadas en el interior de los cráteres.

El descubrimiento y reconocimiento de los criaderos metalíferos era sobre todo el grande objeto de Werner; ¿es tambien para llegar á él por lo que ha introducido su clasificacion? Por artificial que parezca, por estar formada en un rincon de Alemania, no ha dejado de abrir la marcha al progreso que continúa. Esta primera clasificacion de los terrenos cambiaba la faz de la geologia y aniquilaba para siempre las teorías de la imaginacion. El hilo conductor dado por Werner debia en adelante dirigir á todos los geognostas á la confirmacion ó á la rectificacion de sus trabajos. Los límites de sus clases de terrenos han debido sufrir variaciones que las observaciones mas extensas habran necesitado; pero no se hubieran verificado sino hubiera existido la clasificacion de Werner. Por las mismas causas la superposicion indicada por él ha debido tambien sufrir algunas rectificaciones. Se ocupó poco de los fósiles porque no conducian á su objeto; su estudio mas detallado vendrá mas tarde á presentarnos una nueva faz en la cuestion estableciendo la distincion entre los terrenos marinos y los de agua dulce.

En *geogenia* Werner ha sido menos afortunado. A su escuela es á quien se ha dado principalmente el nombre de *Neptunianos*. Admite en efecto: 1.° que los terrenos que constituyen la superficie del globo, son producto de una precipitacion acuosa; 2.° que los terrenos mas antiguos forman las montañas mas elevadas; como lo habia probado Pallas. De aquí deduce, y de la manera de ser de los diferentes terrenos, que el agua ha cubierto toda la superficie del globo, y que las montañas mas elevadas son producto de un depósito químico y tranquilo; que bajando las aguas poco á poco, se han precipitado nuevos depósitos químicos sobre los primeros, pero que la naturaleza de los principios mantenidos en disolucion variaba continuamente; puesto que las diferentes tierras son mas ó menos abundantes en los depósitos formados en diferentes épocas; que á medida que las aguas bajaban, su tranquilidad era menor; que la cristalizacion se hizo entonces mas y mas confusa; y que cuando algunas partes pequeñas de tierra han salido de las aguas, agitaciones violentas han mezclado depósitos puramente mecánicos con los depósitos químicos que se producian sin cesar. En la misma época, los primeros seres organizados han existido, y sus restos se encuentran mezclados en los terrenos de transicion formados durante este período. El nivel de las aguas disminuia siempre; las precipitaciones se hacian cada vez mas confusas; los cuerpos organizados siempre mas abundantes; los terrenos secundarios se han depositado sucesivamente. Parece que en dos épocas ha sido interrumpido el descenso sucesivo de las aguas, y que su nivel ha subido por el contrario á una gran altura. Entonces han dado nue-

vamente orígen á depósitos cristalinos, á precipitaciones químicas que han cubierto todos los terrenos anteriormente depositados. La primera época es anterior á la existencia de los seres organizados, ha producido los pórfidos, las serpentinas de la segunda formacion, etc. La segunda época, posterior al período de los depósitos de los terrenos secundarios, ha producido segun Werner los terrenos basálticos. Revoluciones de mas de una especie han bajado ó elevado despues las capas de los terrenos interrumpidos, ó dividido las diferentes formaciones y dado orígen á los terrenos volcánicos, á los terrenos de aluvion, etc. Los agentes atmosféricos destruyen sin cesar las partes sólidas de la superficie del globo y sus fragmentos son continuamente arrastrados al fondo de los mares; asi, aunque el nivel actual del mar parece que no baja, la cantidad de las aguas disminuye siempre.

El sistema geogénico de Werner está como se ve fundado en dos errores que la observacion ha rectificado mas tarde: 1.° habia estudiado poco los fósiles, y la distincion entre los fósiles marinos de agua dulce y terrestres no se habia introducido aun en la ciencia sino que se deberá en parte á Lamarck; 2.° por efecto de esto mismo no se conocian las alternativas de las capas de agua dulce y marinas, Si estos dos grandes hechos hubieran sido pesados por Werner, no hubiera podido evidentemente sostener su teoría de la precipitacion química de los terrenos. Otras muchas objeciones se le pueden todavía oponer.

Esto no debe impedir reconocer el gran paso que la geologia ha dado entre sus manos; consideró las rocas bajo todos sus puntos de vista, y aun se asegura que demostraba la influencia del suelo mineralógico sobre las costumbres de los pueblos, sobre su historia y hasta sobre sus cualidades morales.

Mientras que en el silencio del fondo de la Alemania Werner hacia asi progresar la ciencia, Juan Claudio de Lametherie, resumia en su teoría de la tierra todos los trabajos y los sistemas anteriores desde los tiempos mas remotos hasta él; se encuentra en efecto en su quinto tomo el análisis y refutacion de mas de sesenta sistemas, y estaba lejos de haberlo examinado todo.

Por lo demás, prudente en sus opiniones propias, si abraza las ideas repentinas y las precipitaciones químicas, como Werner, no es tan exclusivo como sus predecesores, y marchando en la vía positiva, procede de las causas y de los efectos actuales á las causas y á los efectos antiguos; invoca todas las causas naturales aun en accion, y apela al testimonio de la historia para ilustrar la geologia; estos son principios dignos de atencion.

Aunque la teoría de la tierra de Lametherie sea como indica su título mas bien geogenia que geognosia, sin embargo, no se ha olvidado de esto. Divide los terrenos en primitivos, secundarios, terciarios, despues distingue los terraplenes y los aluviones y los productos volcánicos.

En geogenia le seguiremos un poco mas en detalles á causa del gran número de hechos que emplea para la resolucion de las cuestiones que deberan ocuparnos mas adelante. Recogeremos sus principios generales sobre la fusibilidad, la cristalizacion y la solubilidad de los minerales, y le seguiremos en el análisis de sus causas y de sus efectos.

1. *Principios generales. Fusibilidad.* Ha probado por un gran número de hechos que no hay minerales infusibles; el cristal de roca (la sílice) que pasa por el mas refractario, ha sido fundido por medio del aire puro. El pórfido y todas las rocas primitivas se funden á diferentes grados de calor, y sus diversos elementos se confunden en un vidrio homogéneo diversamente coloreado segun las sustancias.

De estos hechos se sigue, que si las rocas primitivas hubieran sido gasificadas ó liquidadas por el fuego, serian todas de un vidrio homogéneo y compacto; porque el calor que hubiera sido necesario para gasificarlas, no hubiera perdonado á ninguna. Ahora bien; su testura está lejos de ser homogénea, y que ofrece una especie de mezcla pastosa de diferentes sustancias, no ha podido evidentemente ser introducida por liquidacion.

Lametherie ha demostrado por el resúmen de los hechos, que todos los minerales cristalizan ó regularmente ó de una manera confusa, ya sea por el calor, ya por el agua; que las aguas calientes tienen en disolucion una cantidad mayor de sustancias que las que estan frias; y que el agua saturada de una sustancia salina podrá todavía disolver porciones de otra sal.

Aplicando la química á la geologia ha demostrado que los disolventes bastante conocidos de las sustancias que se encuentran en los terrenos secundarios y terciarios son: 1.° el ácido carbónico; 2.° el ácido sulfúrico; 3.° el ácido fosfórico; 4.° el ácido marino; 5.° el ácido fluórico; 6.° el ácido borácico; 7.° los ácidos metálicos, 8.° el ácido nítrico.

Afirma que estos ácidos han existido en las aguas primitivas, y que se produce todos los dias una nueva cantidad.

En efecto, dice, el azufre se forma diariamente en los betunes, en las piritas y en los seres organizados, lo mismo que el fósforo; asi produciran los ácidos sulfúrico, sulfuroso y fosfórico.

Lo mismo poco mas ó menos sucede con los otros ácidos; pero el ácido carbónico es el mas abundante de todos; existe en las calizas, en los terrenos primitivos, como en los secundarios y terciarios; pero sin embargo mas abundante en los dos últimos grupos. Se hallaba, pues, en las aguas primitivas y en la atmósfera; pero se ha producido y se produce abundantemente todos los dias por los animales y vegetales, ya durante su vida, ya por su descomposicion. Es absorbido y disuelto en el agua y transportado á los mares, los lagos, etc.

«Ahora bien, debemos calcular la masa de ácido carbónico que ha sido producida por esta causa segun la enorme cantidad de seres organizados que han existido. Juzguemos de ella solamente por sus restos que se encuentran en el seno de la tierra, las conchas, los huesos fósiles, los leños fósiles, las turbas, los betunes, etc. Añadamos aun las carnes de estos animales, las hojas y las ramillas de estas plantas..... que en su descomposicion han dado mucho ácido carbónico. Apreciaremos fácilmente toda la cantidad que estas causas han dado, ya durante la vida de estos seres, ya despues de su muerte.

»Los seres organizados han suministrado la mayor parte de las calizas secundarias y terciarias; tambien han dado la magnesia, que se encuentra en la mayor parte de los animales marinos, la arcilla, restos de vegetales y á veces de animales, de cuarzo que se encuentra en los vegetales y en un gran número de polípedos.

«Casi nunca se encuentran conchas en los yesos, lo cual podia hacer suponer que el ácido ha sido bastante abundante para disolverlos, mientras que el ácido sulfúrico no habrá atacado los huesos que son fosfatos calizos.»

Este es el orígen de las calizas; véase segun Lametherie el de los cuarzos. «El cuarzo, dice, no será pues sino tierra cuarzosa cambinada con el ácido carbónico y á la cual se habran unido algunas porciones de tierra caliza, de óxido de hierro y quizá de tierra arcillosa.

En efecto, el cuarzo es atacado y disuelto por un exceso de ácido carbónico; el hietro que se hace oxidar sobre el cuarzo, le corroe y le disuelve; las aguas de Valz, que estan sobrecargadas de ácido carbónico,

salen de una roca cuarzosa. Toda la parte superior de la gruta, que se halla expuesta á los vapores de este ácido que se desprende, es corroida, disuelta y toma el aspecto de una tierra blanda y ferruginosa: este es un hecho que ha sido confirmado por Faujas.

«Todos estos hechos no dejan duda de que la tierra cuarzosa es soluble en el ácido carbónico, y de que el cuarzo es el producto de esta cristalizacion; esta tierra cuarzosa es en parte soluble en el agua; las aguas calientes de Islandia, las aguas de Ruikum, tienen tierra cuarzosa en disolucion; dan por el análisis ácido sulfuroso, sosa cáustica, alúmina, tierra cuarzosa, sal marina y sal de Glauber. La tierra cuarzosa puede ser mantenida en disolucion por las aguas frias; esto es lo que prueban un gran número de hechos. El cuarzo puede proceder de los seres organizados, de las rocas primitivas, la sosa de la descomposicion de la sal marina y de las aguas marinas que se infiltran al foco del volcan; el gas sulfuroso puede proceder de las piritas, y de los seres organizados, etc.

La tierra arcillosa puede estar de tal modo suspendida en el agua, que no se precipita. Cuanto mas rápida es la cristalizacion, es mas confusa, y solo por una cristalizacion lenta y tranquila se obtienen cristales regulares. Esta última observacion, aplicada á los terrenos primitivos, probaria, que si han estado disueltos, su fluido, su cristalizacion, ha debido ser tanto mas rápida cuanto mas confusa es.

Este resúmen sucinto nos manifiesta con cuánto cuidado Lametherie habia buscado en las causas conocidas la explicacion de los fenómenos, y siempre con una buena fe, desprendido de toda preocupacion. Los datos que acabamos de recoger son ademas importantes para explicar las formaciones de sedimento y la fosilizacion.

Tomando la causa acuosa como principio engendrador del globo, veamos cómo explica su teoría.

I. Los terrenos y montañas primitivas disueltos en aguas de una temperatura elevada, se han precipitado y han formado el núcleo sólido del globo, en el cual hay, sin embargo, algunas cavidades parciales, pero no una cavidad general ni un fuego central, como lo han pretendido ciertos autores, la influencia local de la luz sobre las cristalizaciones, el enfriamiento diferente de las aguas segun las localidades habran producido con otras causas, la diferencia de las cristalizaciones y de los terrenos. Asi se han producido las montañas y los valles primitivos que no tienen la direccion regular que se les ha atribuido; las porciones de materias mas solubles que han quedado en las aguas madres, dieron lugar á la precipitacion de los granitos venosos, de los gneiss, de los esquistos micáceos, de los petrosilex, de los trapps, de las corneanas, de los smectites y de todas las piedras que forman los terrenos secundarios primitivos.

Las aguas se elevaban entonces sobre las mas altas montañas. Cuando bajaron degradaron las montañas primitivas y arrastraron sus restos y esos grandes peñascos que se encuentran en sus pendientes; las causas meteóricas contribuyeron tambien á esta degradacion.

II. *Terrenos secundarios y terciarios.* Entonces aparecieron los seres organizados vegetales y animales; sus restos acumulados, sus productos diversos, disueltos por las aguas, cristalizaron despues de una manera confusa para formar nuevos terrenos que se llaman secundarios y terciarios, en los cuales se distingue particularmente, los terrenos calizos secundarios, calizos terciarios, los yesos, los fosfatos calizos, las capas arcillosas, las capas bituminosas, las capas sulfurosas, los terrenos metálicos por transporte y las capas salinas. Coloca la creta en los terrenos terciarios, y atribuye sus pedernales á animales penetrados de jugo silíceo, lo que parece bastante generalmente adoptado en cuanto al fondo.

Las montañas y los valles secundarios se han formado por cristalizacion; habiéndose producido sobre los terrenos primitivos que cubren, han debido seguir sus irregularidades, sus elevaciones y sus descensos; por consiguiente, habran formado aquí montañas, mas allá valles, en otros puntos llanuras: en fin, se habran modelado enteramente sobre los terrenos primitivos; y esto es lo que nos explicará un fenómeno que se observa constantemente en todas las grandes montañas. Cada una de estas cordilleras tiene un punto granítico principal como hemos visto.

«Ahora bien; se observa constantemente en todos los gneiss ó granitos en hojas, en los esquistos micáceos y en todas las capas calizas, que rodean mas ó menos cerca este punto central, que estas capas, apoyándose sobre dicha masa, se elevan siempre hácia el punto principal, de manera que algunas se hacen verticales ó casi verticales.»

Responde á las objeciones que se pueden hacer á su teoría de la formacion de los terrenos por precipitados cristalinos; despues se propone este problema: «¿cómo algunos terrenos primitivos que estan en descubierto, aunque menos elevados que los secundarios, no han sido cubiertos por ellos como otros? porque estos terrenos secundarios han sido formados posteriormente á los primitivos.» Le resuelve por las circunstancias locales; y con este motivo desarolla la tesis muy justa del límite de las diversas capas en diversas localidades.

Asi las piedras calizas secundarias forman masas inmensas casi aisladas y separadas de toda otra sustancia.

Otras veces, las cubren las capas bituminosas y las arcillosas.

En otros puntos son: las arcillas ferruginosas, las pizarras, las arcillas magnesianas y las calizas.

Mas lejos son capas de fosfato calizo; aquí son capas de yeso. La misma cosa se verifica con las piedras calizas terciarias; forman capas inmensas. Sin embargo, su naturaleza cambia sin cesar; esto es lo que se observa en los caminos de París, donde forman bancos considerables y donde estos bancos ó canteras estan abiertas á distancias muy cortas. Se ve que la materia de la piedra varía sin cesar, y que los mismos bancos no se sostienen sino en espacios cortos. Los arquitectos saben muy bien hacer la diferencia por la solidez de la piedra. Todos estos hechos prueban que cada depósito no se ha extendido sobre todo el fondo de los mares, sino únicamente en localidades limitadas segun las circunstancias mas ó menos favorables.

Este hecho general de la localizacion de los terrenos, tan bien observado por Lametherie, refuta la generalizacion artificial de la superposicion de los terrenos, de la cual se han sacado tantas consecuencias singulares.

No será menos interesante seguir á Lametherie en el analisis de las causas que obran actualmente.

Los *mares*. Es cierto que el mar forma bancos de arena que cierran á los buques pasos que estaban abiertos. Hay un gran número de estos bancos de arena en las costas de la Holanda y en el Nordeste de Inglaterra. Los principales son: el Zuiderzeec, el banco de Werthem, el de Whit, el de Whitewalter, el de los Perros. El Bonceur ó el Kintmen, es uno de los mas extensos que se conocen. Empieza en las costas del Holstein, y se prolonga hasta las costas de las Hebridas. Se encuentran bancos semejantes en la mayor parte de los mares, y cita un gran número.

No es pues, dudoso, que las aguas del mar obran sobre su fondo y sobre sus costas.

En las costas de Messina las aguas del mar forman una piedra muy dura que se usa para hacer ruedas de molino, y que por consecuencia se llama *piedra molar*.

El mismo fenómeno se presenta en las costas de la

Rochela, segun lo ha escrito La Faille en una memoria sobre las fólades. Igualmente se forman piedras calizas en las lagunas de Venecia, segun refiere Fortis.

Los fenómenos geológicos parecen probar que las aguas han cubierto casi la totalidad del globo.

Ahora bien, es preciso deducir de esto que las aguas han disminuido en una cantidad prodigiosa. La tradicion de los pueblos confirma esta disminucion en grande escala; el testimonio del gran número de autores citados por Lametherie, no deja duda alguna en este punto.

Tenemos dos mares principales cuya retirada ó disminucion se halla bien establecida por los testimonios históricos: estos son el mar Caspio y el Mediterráneo. Despues cita un gran número de hechos en apoyo de esta opinion y concluye:

«No puede haber duda alguna de que las aguas han cubierto las mas altas montañas secundarias, cuyas sustancias han sido ciertamente depositadas en el seno de las aguas. Hoy algunas de estas montañas se hallan á mas de 300 toesas sobre el nivel actual de los mares. Los sabios no se han fijado aun sobre la causa que ha hecho desaparecer una masa de agua tan enorme ó que la ha hecho cambiar de sitio.

Habla de la teoría enunciada ya por Cuvier sobre las revoluciones del globo por las irrupciones reiteradas del mar, y dice, que la física no reconoce hasta ahora causa alguna que hubiera podido producir estas retiradas y estas vueltas periódicas de las aguas sobre nuestros continentes.

Pero dice muy bien, que ha habido un gran número de inundaciones parciales y locales á las cuales se ha dado impropiamente el nombre de diluvios. Estos diluvios particulares han sido producidos, unos por lluvias, otros por desbordamientos de lagos y estos han sido los mas frecuentes en los tiempos antiguos; los otros por vientos violentos, otros por los movimientos y dislocaciones del suelo, por el hundimiento de las montañas etc. Todas estas causas han obrado de diversos modos para producir todos los cataclismos parciales acaecidos en diferentes tiempos sobre diversos puntos del globo, habiéndonos conservado las tradiciones de los pueblos la memoria de unos, mientras que los hechos geológicos nos indican la huella de otros muchos.

Prueba en efecto por un gran número de hechos históricos y geológicos que una multitud de lagos se han desaguado súbitamente inundando extensos paises; que los mares mismos han hecho irrupciones semejantes en diferentes tiempos en ciertas localidades. Tales irrupciones, añade, han debido verificarse en tiempos anteriores cuando el nivel de los mares era todavía muy elevado; habran podido, pues, amontonar piedras á alturas mas ó menos considerables sobre el nivel de los mares actuales.

Pasando á los terraplenes, ve muy bien su orígen en el desgaste del suelo por las aguas. Los terraplenes, dice, son los depósitos de materias no disueltas que forman las aguas ya de los mares, ya de los lagos, ya los rios.

Por medio de estos terraplenes se han formado las islas y los deltas en la embocadura de los grandes rios, como se observa particularmente en la embocadura del Amazonas, del Orinoco, del Ganges, del Indo, del Nilo, del Danubio, del Ródano, del Rhin y de todos los grandes rios.

Una parte de la Holanda ha sido formada por terraplenes, y su suelo presenta en capas sucesivas arena, turba, arcilla, arena conchífera, arcilla y arena.

Una parte de la llanura de Lombardía se debe igualmente á los terraplenes y todo hace creer que el golfo de Venecia se extendia en otro tiempo hasta Módena y mas allá.

El Delta ó Bajo Egipto ha sido reconocido en todo tiempo por un producto de los terraplenes del Nilo; este era un hecho admitido por los sacerdotes del Egipto y que nos ha sido transmitido por Herodoto.

Damieta era un puerto adonde abordó Luis IX en el siglo XII; y hoy se halla muy distante del mar.

Una porcion de las llanuras en donde corren los rios de las Amazonas y Orinoco son igualmente producto del terraplen de estos rios. Las numerosas islas que se encuentran en estos rios y sobre todo en su embocadura han sido formadas por estos terraplenes.

El valle donde corre el Sena ha sido igualmente lleno por estos terraplenes.

Este hecho es general.

La formacion diaria de estos terraplenes explica cómo las llanuras aumentan por el descenso de las montañas, cuya pendiente cuando ha llegado á 40 grados se sostiene mas tiempo.

En fin Lametherie ha analizado tambien los hechos de las fuentes termales y calcaríferas ó silicíferas. Asi la causa acuosa ha producido el suelo y las montañas primitivas, los terrenos secundarios y terciarios por vía de precipitacion química; pero ha producido tambien terraplenes compuestos de capas alternadas y todo esto se ha verificado de una manera continua; pero diferente, segun las localidades y las circunstancias, de manera que no se pueden admitir revoluciones del globo ni irrupciones reiteradas y generales de los mares, sino solamente irrupciones parciales agotamientos ó inundaciones de los grandes lagos y la accion de los rios. Aparte de la exageracion de las precipitaciones químicas que Lametherie ha extendido indudablemente demasiado porque no conocia bastante las alternativas de las capas marinas y de agua dulce, se halla en el buen camino del progreso real en cuanto á la causa acuosa; vamos á seguirla en el orígen de las maderas y de los carbones fósiles como él los llama.

«Los rios y sobre todo los rios grandes, dice, desarraigan los árboles que estan en sus riberas, principalmente cuando las aguas crecen, y los acarrean á distancias mas ó menos considerables. Algunas veces les depositan en sus propias riberas, ó en las islas que forman por sus terraplenes; esta es la causa por qué se encuentran leños fósiles en todos los valles por donde corren rios grandes.

»Pero mas frecuentemente estos leños son transportados hasta los lagos y los mares. Todos los grandes rios que atraviesan comarcas poco cultivadas por la mano del hombre, y cubiertas de leños, conducen inmensas cantidades de árboles que han arrancado en tiempos de sus crecidas; tales son el Amazonas, el Orinoco, el Missisipi. Pero particularmente en los mares del Norte es donde se ven estos leños flotar sobre las aguas. Los viajeros admirados de la cantidad inmensa de estos leños, no dejan de hablar de ellos.» Cita los que refieren los viajeros Eddege, Ellis, Crantz, Phipps, etc.

«Estos árboles, continúa, llegados al mar, obedecen á las diferentes corrientes y son arrojados ya sobre una costa, ya sobre otra. Los vientos del Norte y los del Nor-Oeste son, los que dominando en estos mares, les arrancan de esta manera.

»Unos han pretendido que estos leños venian del Canadá. Otros les hacen llegar de Islandia, de Escocia, de Groenlandia, de Siberia, del Spitzberg. Pero, ¿por qué no vendrian de todos estos puntos al mismo tiempo? Las mismas causas deben obrar en todos estos paises.

»Nunca será demasiada atencion la que se preste á estos hechos. Ellos nos indican no solamente el orígen de esta cantidad inmensa de leños fósiles, sino tambien la de los carbones y betunes. Porque se comprende que antes del orígen de las grandes sociedades de hombres, la tierra estaba cubierta de bos-

ques; que los rios obstruidos en su curso, arrastraban estos leños y los amontonaban aquí y allá.

»Todos estos leños asi amontonados, son en seguida cubiertos por las arenas, piedras y tierras que acarrean los rios y los mares.»

Los leños fósiles pueden tambien deber su orígen á hundimientos de bosques. En fin, inundaciones particulares habran podido enterrar algunos árboles. El mar, elevado por una causa cualquiera (como se ha visto en Holanda), se precipita con violencia sobre terrenos cubiertos de bosques; ayudado de la accion de los vientos les rompe y derriba.

Otro orígen de los carbones y de los leños fósiles son las hornagueras. Estas se encuentran por lo general en los sitios bajos y pantanosos; sin embargo las hay tambien en los lugares muy elevados. Se dice, que el Blosberg, montaña elevada de la Baja Sajonia y el Brohen, la mas elevada del Hartz, estan cubiertas de turba. Esta turba parece haberse extendido despues sobre todas las colinas inmediatas por un mecanismo muy sencillo.

«El terreno de las hornagueras es siempre muy esponjoso. Retiene las aguas de las lluvias; cuando estas aguas son demasiado abundantes, la masa entera de la turba se levanta; si está situada en un lugar inclinado, corre como los hielos en las montañas elevadas. De esta manera se extiende sobre terrenos considerables. No se pueden detener sus progresos sino practicando fosos para la salida de las aguas. La turba cuando no es levantada, no puede ya correr.

»En los lugares bajos, la turba es igualmente levantada hasta el punto de formar islas flotantes. Esto se observa en varios puntos de la Holanda, como en Frisia, Bremen, Groninga, Edimburgo, Haut-Pont, cerca de Saint-Omer etc.

»Cuando estas hornagueras se hallan á poca distancia del mar, son algunas veces arrastradas á él, y forman islas flotantes. Las plantas acuáticas que mas contribuyen á la formacion de la turba, son las colas de caballo, los escirpos, las tifas y las confervas. Estas plantas vegetan con mucha fuerza y aumentan cada año la turba en una cantidad considerable.

»Los fosos abiertos para sacar la turba se llenan muy pronto, porque las aguas hacen correr á ellos los terrenos vecinos que los ocupan poco á poco.

»La Holanda contiene cantidades inmensas de turbas y el arte ha llegado á hacerlas diariamente.

»Las turbas naturales se han formado allí como en otras partes por la descomposicion de las plantas que crecen en aquellos paises pantanosos. Se saca la turba para utilizarla. Se cava al sacarla un foso mas ó menos extenso en un extenso prado turboso. El agua se introduce en aquel foso ó se la hace llegar á él. Allí se producen la *Conferva rivularis* y despues musgos, líquenes etc. Todas estas plantas se amontonan, se descomponen y al cabo de seis, ocho ó diez años hay una nueva turba que es excelente»

¿Pero cómo puede nacer la hulla de todos estos manantiales? Esto es lo que va á exponer Lametherie.

«Se forman, dice, en las hornagueras, piritas como en las maderas fósiles. Estas piritas se calentaran por las causas conocidas, y aun se inflamaran; entonces la parte oleosa se desprenderá de ellas y se mineralizará; y pasará al estado de betun.

Hay tambien frecuentemente piritas en los carbones y en los esquistos que les cubren. Los restos de animales y vegetales que se encuentran en las hullas, los aceites bituminosos, el álcali amoniacal que se saca de ellos, no permiten dudar de que los seres organizados las hayan dado orígen.

Se han desprendido de estas materias animales y vegetales, antes de su mineralizacion, muchos vapores que contienen hidrógeno sulfurado, ázoe, ácido carbónico, como se desprenden de los pantanos, y de todas las materias animales y vegetales amontonadas y que pasan al estado de descomposicion.

Ahora bien, sabemos que en las cloacas y en otros lugares, donde hay semejantes desprendimientos de aire, se forma azufre; este azufre, en esta circunstancia, se combina, ó con el hierro de estas sustancias, ó con el hierro de nueva formacion y produce piritas.

Encontramos el mismo ácido sulfúrico y las piritas, en las turbas, en algunos leños fósiles, y hasta en las arcillas, en los esquistos y en las pizarras.

Se debe comprender fácilmente segun estos hechos, que se habran formado piritas y azufre en medio de los leños fósiles de las turbas y de todas las materias vegetales y animales que han concurrido á la formacion de los carbones.

Ahora bien, estas piritas descomponiéndose por las causas conocidas, contraeran el calor que se comunicará á todas estas sustancias. Estas turbas, estos leños fósiles, experimentaran un grado de calor cualquiera, que sin embargo no llegará á la inflamacion, á causa de la ausencia del aire atmosférico, al abrigo del cual estan por las capas petrosas que las cubren y por las aguas.

Lo que confirma esta manera de ver, es, que las capas mas superficiales, que han debido estar menos apartadas de este contacto atmosférico, son mucho mas pobres en betun y en principios oleosos que las capas inferiores.

Se comprende que por estas descomposiciones interiores se han operado combinaciones diversas entre los gases, los ácidos y los aceites, y han producido el estado mineral bajo el cual encontramos las hullas.

Los terrenos primitivos no contienen carbones ni materia alguna bituminosa que proceda de los restos de seres organizados. En todos los demás terrenos se encuentran carbones; en el Mediodia de Francia, se encuentran en los terrenos calizos. En Flandes, los carbones estan bajo los terrenos calizos; pero ordinariamente los esquistos cubren las capas de carbon, las cuales se encuentran lo mas frecuentemente en las capas esquistosas apoyadas en las montañas primitivas.

«Los diferentes lechos de hulla tienen diversos espesores; se han visto algunos cuyo espesor no es mas que de algunas líneas y que tienen la misma extension en superficie que los mas gruesos: esta extension es frecuentemente de algunas leguas.»

Se encuentran en las carboneras ó hulleras de Creuzot, cerca del monte Cenis, capas que tienen hasta cuarenta y cincuenta piés de espesor y se citan de otro tanto en varias minas. Jamás se encuentra una capa de carbon sola; siempre hay varias sobrepuestas unas á otras; estan separadas por otras capas de diferentes sustancias.

Esta disposicion de las capas de hulla confirma plenamente la teoría de Lametherie sobre su orígen y formacion.

Con igual sabiduría ha tratado la cuestion paleontológica de los fósiles vegetales y animales. Los fósiles empezaban á llamar mas la atencion y habia llegado el momento en que su estudio iba á recibir un nuevo impulso. En la época de los primeros trabajos de Cuvier, resume Lametherie todas las opiniones emitidas sobre la etiología de los fósiles, y las combate en su mayor parte hasta la de Cuvier. Reasume la mayor parte de los hechos conocidos entonces y que ya eran numerosos; porque un gran número de observadores en Inglaterra, Alemania, Italia y Francia habian reunido y estudiado muchos fósiles vegetales y animales de todas las clases, y uno de los grandes méritos de Cuvier será reasumir todos estos numerosos trabajos.

De todos estos hechos ya conocidos, deduce Lametherie con otros muchos sabios, que la mayor parte de

los restos de las producciones vegetales y animales de nuestras comarcas, no tienen sus análogos existentes, sino en los paises cálidos y que aun varios no existen ya. ¿Pero cuál es, añade, la causa de este singular fenómeno? Los geólogos tienen diversas opiniones en este punto.»

Examina y combate las opiniones de Pallas, que hacia venir los animales de las Indias por un diluvio; de Wallerius, Camper, Michælis, que pretendian que ninguno de estos seres existia ya; de Cuvier y Brongniart, que llaman sobre el globo una catástrofe inmensa para destruir todos estos seres; despues añade:

«No admitiré, sino difícilmente estas consecuencias, y respondo: 1.° que no conocemos causa alguna física que hubiera podido producir esa gran catástrofe de que han hablado sabios naturalistas;

»2.° Diré, con Hunter, que las pequeñas diferencias que se observan entre varios fósiles y sus análogos existentes, no son bastante considerables para ser juzgadas de otro modo que como el simple efecto del cambio de clima ó de temperatura. Hay ademas grandes diferencias entre los huesos de un perro dogo, de un lebrel ú otra especie de perro. ¡Qué cambios no experimentan nuestros animales transportados á los paises cálidos!

»3.° Yo preguntaré si todos los animales y vegetales existentes al verificarse la catástrofe general han sido destruidos ó no. Si se dice que lo han sido, será preciso, pues, afirmar que todos los que existen hoy han sido producidos posteriormente por una generacion espontánea; lo que todavía no se ha dicho ni puede admitirse sino en vista de hechos concluyentes. Si estas nuevas especies existian ¿por qué no se encuentran restos entre los fósiles? Asi es necesario, pues, deducir, que son las mismas especies que han experimentado algunos cambios por circunstancias locales.

»4.° Es cierto que varios animales fósiles se parecen á los que existen actualmente. Tales son varias especies del Monte Bolca, segun Fortis.

»Lamarck tiene la misma opinion. Me ha hecho ver en su coleccion la concha del *murex trunculus* Lin., fósil encontrado en Francia enteramente semejante á la del animal vivo y hay otras muchas parecidas á la de los animales vivos.

»5.° No es dudoso que varios vegetales fósiles son igualmente semejantes á los que existen; tal es el *cautchú* de Derbyshire, el *nyctantes* de Saint-Chaumont, y la palmera *areca* de Andernac.

»Se debe, pues, reconocer con la mayor parte de los naturalistas:

«1.° que hay un gran número de fósiles, cuyas especies no existen ya, y han perecido por circunstancias locales.»

En otra parte explica estas circunstancias locales que han hecho perecer ciertas especies, bien porque no encontraban ya los medios convenientes, bien por falta de alimento, por no haber podido reproducirse, por el cambio de clima.

«2.° que otros varios tienen sus análogos vivos.

3.° que han vivido poco mas ó menos en las regiones donde se encuentran hoy sus restos, ó en otras poco lejanas.»

En este caso, es necesario admitir que estos climas tales como la Siberia, el país de los Samoyedos, la Rusia, la Inglaterra, la Alemania y la Francia, han gozado en alguna época una temperatura bastante benigna para que el elefante, el rinoceronte, el nictantes y la palmera hayan podido subsistir.

Ahora bien, al autor encuentra tres causas que han debido dar en otro tiempo una temperatura mas igual y mas suave al globo: 1.ª el calor propio del globo, que cree haber entrado por poco; 2.ª el que todos los picos, todas las lomas estaban en otro tiempo menos distantes de la superficie del agua, y esta causa ha sido la mas poderosa; 3.ª la densidad de la atmósfera que cree haber sido mas considerable en la antigüedad.

Asi Lametherie no admite mas que un orígen primordial y simultáneo de los vegetales y de los animales; los que se han convertido en fósiles lo han sido por causas naturales; y las especies perdidas han desaparecido por circunstancias locales, mientras que los otros fósiles, tienen aun sus análogos vivos; estaba, pues, en la direccion lógica y racional, tratando de explicar hechos físicos por leyes físicas y rechazando las teorías que ninguna ley conocida puede apoyar.

Réstanos reasumir la doctrina de Lametherie sobre los efectos que se atribuyen á la causa ígnea.

En primer lugar, combate la hipótesis del calor central del globo; y explica los volcanes por causas que pueden ser en parte analizadas, lo cual no es por el fuego central.

«Muchos sabios, dice, han pensado que los focos volcánicos eran determinados y sostenidos por la presencia de las sustancias orgánicas vegetales y animales.

»Asi es que se encuentran en los productos volcánicos muchas sales amoniacales y álcali volátil, y en 1794 se han recogido de la erupcion del Vesuvio cantidades considerables de sal amoniaco. Las lavas leucíticas contienen una cantidad considerable de potasa.

Ahora bien, todas estas sustancias parece que no pueden provenir sino de sustancias orgánicas.

El humo negro y bituminoso que sale de los volcanes, los humos blanquecinos de ácido sulfuroso, los gases hidrógeno sulfurados que ocasionan las llamas, no pueden ser desprendidos sino por los betunes, las piritas, los azufres, etc.

Los betunes líquidos de las lavas de Lipari, las piedras barnizadas de betunes, vomitadas por los volcanes, los betunes y los aceites minerales recogidos despues de las grandes erupciones del Vesuvio, las sustancias bituminosas que rodean todos los volcanes apagados ó en actividad, los carbones de piedra, los esquistos arcillosos con impresiones de vegetales, que se encuentran en ciertas montañas volcánicas, como el Gorgiguano en el Vicentino, el monte Hecla, etc., parecen probar de una manera incontestable que los fuegos de algunos volcanes han sido y son alimentados por leños fósiles, por turbas y carbones de piedra.

«Los experimentos de Lemery sobre las mezclas de limaduras de hierro y azufre que se habian inflamado solas, autorizan á graves físicos á reconocer que las piritas hacen muy gran papel en los fuegos subterráneos. Todas las sustancias metálicas mineralizadas por el azufre pueden igualmente inflamarse y servir de alimento á estos fuegos. Finalmente los metales mismos pueden arder solos, tales como el zinc, el arsénico y el hierro.

El azufre se encuentra por todas partes en los volcanes; se exhala bajo la forma de ácido sulfuroso. El vapor que sale de los cráteres en actividades de ácido sulfuroso; todas las *fumarolas* son de ácido sulfuroso. Se ve al azufre sublimarse por todas partes en las deyecciones volcánicas, en las partes de los cráteres menos calientes; en fin algunas veces corre con la lava, como se le ve en el pico de Tenerife. Se encuentra el azufre por todas partes, en los volcanes y junto á ellos. ¿Este azufre procede únicamente de las piritas, ó tambien de las minas de azufre nativo que pudieran hallarse bajo los volcanes? La cuestion es difícil de resolver, pero puede proceder de los dos orígenes.

De todas estas sustancias minerales combustibles que pueden concurrir á servir de alimento á los fuegos subterráneos, no hay mas que el azufre que los hechos atestigüen existir en todos los volcanes.

Las piedras volcánicas en general, son: granitos,

pórfidos, leucitas, petrosilex, trapps, corneanas que todas han sido mas ó menos alteradas por el fuego; esto es lo que ha conducido á varios sabios á afirmar que los focos de los volcanes estaban las mas veces situados en los terrenos primitivos. Otros han juzgado que estos focos estaban en los terrenos bituminosos. Dan por razon que los esquistos ferruginosos, forman las mas veces el techo y las paredes de los esquistos bituminosos, que estos esquistos son frecuentemente cuarzosos, algunas veces micáceos, y otra calizos, que los betunes y los esquistos contienen piritas, y que asi el análisis dará los mismos productos que se encuentran en las lavas compactas, las cuales, en efecto, contienen la sílice, la alúmina, cal, magnesia y el óxido de hierro. Explican la diversidad de testura de los productos por el grado de calor.

La naturaleza de la puzolana confirma estos cálculos; porque se forman puzolanas artificiales enteramente semejantes á las naturales, haciendo calentar arcillas ó esquistos ferruginosos. Ahora bien, estas arcillas y estos esquistos son muy comunes en los terrenos bituminosos, en los terrenos secundarios y muy raros, por el contrario, en los terrenos primitivos.

La presencia del ácido muriático, del ácido marino en las lavas de Italia y de la Sicilia, y que no se encuentra en los terrenos primitivos, parece probar que es conducido allí por las aguas del mar.

En cuanto á las lavas graníticas, porfídicas etc., se puede fácilmente explicar su orígen, recordando que las capas bituminosas, las capas de carbon, estan contiguas á las montañas primitivas, y que desde entonces las piedras de estas montañas pueden experimentar un grado de calor bastante fuerte para ser fundidas y arrojadas en forma de lavas.

Despues de haber discutido las dos opiniones precedentes sobre los focos de los volcanes, Lametherie concluye: 1.° que una gran parte de las lavas ha sido suministrada por las sustancias de los terrenos primitivos; 2.° que otras han sido formadas en los terrenos secundarios, tales como las lavas con petróleo; 3.° que la mayor parte de estas lavas no estan compuestas de sustancias puras; que estan mezcladas con los resíduos de la combustion, sobre todo con partes ferruginosas; 4.° que algunas de estas lavas han podido ser formadas por los esquistos y otras sustancias que cubren los betunes; 5.° que estos juegos subterráneos estan mantenidos por el azufre, por piritas y otras sustancias metálicas, por el antracito, por leños fósiles, turbas y betunes; 6.° que el foco de los volcanes parece sin embargo estar las mas veces en los terrenos primitivos secundarios (de transicion).

Se ha preguntado, cómo los volcanes podian arder sin comunicacion con el aire atmosférico. Esta dificultad ha parecido tan grave á algunos naturalistas, que han creido que no habia en ellos combustion, sino que habia solamente efervescencia, liquidacion y desprendimiento de fluidos elásticos, que no se inflamarian mas que al contacto del aire. Puede, en efecto, suceder asi en un gran número de casos; pero parece tambien cierto que puede haber allí una verdadera combustion.

La mayor parte de los ácidos metálicos que se encuentran en el seno de la tierra, contienen bastante oxígeno para alimentar la combustion de las materias inflamables.

Célebres físicos de Holanda, Deiman, Paets, Vantroosvyk, Bondt, Niewland, Vanlawremburg, han probado por varios experimentos, que mezclas análogas á la naturaleza de las piritas podian inflamarse sin el contacto del aire. Han mezclado azufre en polvo con limaduras de cobre, de hierro, de zinc, de estaño, de plomo, plata etc. Han calentado ligeramente cada una de estas mezclas en vasijas perfectamente cerradas, que no tenian comunicacion alguna con el aire exterior y cada una de ellas se inflamó.

La inflamacion se ha verificado igualmente en vasijas en el aparato de mercurio, sin el acceso del aire. Han cuidado igualmente de que las materias mezcladas, estuvieran privadas de humedad. Ahora bien, todas estas mezclas son piritas artificiales, las piritas naturales pueden tambien inflamarse en el seno de la tierra sin el contacto del aire.

Sabemos tambien que en el experimento en que se hace pasar agua al través de un tubo incandescente, tal como un cañon de fusil, hay realmente los mismos efectos que en la combustion, porque un carbon que se expone allí es consumido. El hierro y otros metales son calcinados en él. El hecho es constante de cualquiera manera que se explique, ó por la descomposicion del agua, ó por el aire contenido en esta agua.

Ahora bien, en todos los volcanes hay agua, la combustion, por consiguiente, puede operarse sin comunicacion con el aire exterior, como sucede en el cañon de fusil.

Los betunes arden aun bajo el agua; los fuegos griegos de los antiguos no eran mas que betunes combinados con otras sustancias minerales. Estas mismas sustancias podran, pues, arder en el interior de los volcanes, ya subterráneos, ya submarinos.

Estas causas diversas pueden, pues, mantener la inflamacion de los fuegos volcánicos sin acceso del aire exterior. Los submarinos arderan hasta el instante en que una gran cantidad de agua les inunde enteramente; porque debe suponerse que en el estado ordinario, las aguas de los mares no penetran en ellos ó solo penetran por infiltracion; pero de tiempo en tiempo se forman grietas por las cuales las aguas pueden llegar hasta el foco del incendio, lo que en tal caso produce conmocion y explosion. En fin si las aguas llegan allí en muy gran volúmen pueden extinguir el incendio.

Por otra parte, el aire exterior penetra bastante frecuentemente en el interior de los volcanes que no son submarinos. Los varios respiraderos pueden darle paso; la intermitencia de las emanaciones gaseosas, de las hinchazones, de las erupciones parciales, las hendiduras, las grietas, prueban que se establecen entre el foco y la atmósfera corrientes de comunicacion.

Se debe deducir de todos estos hechos que, aunque no sea imposible que algunas veces no haya verdadera combustion en el interior de los volcanes, sin embargo se verifica por lo general; las materias combustibles se encuentran allí verdaderamente inflamadas, aunque rara vez sean consumidas en su totalidad.

Se ha supuesto que habia comunicaciones subterráneas entre todos los focos volcánicos; estas comunicaciones pueden ser aceptadas entre los volcanes del periplo de un mismo mar, como los que rodean el Mediterráneo, por ejemplo; pero seria muy difícil admitir la hipótesis de una comunicacion general entre todos los volcanes del globo.

Sin embargo, esta hipótesis seria apoyada por otra suposicion que coloca el foco de los volcanes en el centro de la tierra en fusion. Pero aun esta última suposicion no es aceptable, porque ademas de las razones que le hemos ya opuesto, muchos hechos tienden á probar que los focos varian en su profundidad y en el suelo de asiento. En primer lugar todos los observadores refieren que se ven á corta profundidad, en los cráteres de los volcanes en actividad, hervir las materias en fusion. Pero en circunstancias el foco es mas profundo; se ha visto, en 1631, absorber el Vesuvio una parte de las aguas del mar de Nápoles, y vomitarlas todas hirviendo. El mismo caso se ha verificado en la Jamáica, en 1692.

Las lavas se abren paso en las laderas de las mismas montañas á diferentes alturas. En fin, hay volcanes sub-marinos á una gran profundidad. Estos focos pueden aun estar multiplicados y á profundidades diferentes en el mismo volcan, segun la naturaleza y la distribucion de las sustancias que determinan la accion volcánica.

Todo, pues, conduce á creer que los focos volcánicos varían en sus asientos y en sus profundidades, como en sus causas.

La fuerza inmensa que despliegan los fuegos subterráneos en sus explosiones, debe ser atribuida á tres causas principales: 1.ª al agua reducida á vapor: 2.ª al aire dilatado por el calor: y 3.ª á las otras materias igualmente reducidas al estado aeriforme.

Un gran número de hechos prueban que realmente las aguas contribuyen mucho á estos terribles fenómenos. La mayor parte de los volcanes estan cerca de los mares; ahora bien, al tiempo de las erupciones absorben comunmente las aguas. En 1631, cuando se verificó la erupcion del Vesuvio, una parte de las aguas del mar de Nápoles fue absorbida, y en seguida fueron arrojadas hirviendo con sustancias del fondo del mar. En un temblor de tierra de la Jamáica, en 1692, una parte de las aguas del mar fue absorbida y vomitada toda hirviente. Eggert Olafsen, refiere, que despues de las erupciones de los volcanes de Islandia, las aguas que habian arrojado dejaron en la tierra cantidades considerables de sales, lo que no permite dudar que las aguas procediesen del mar. Un gran número de otros hechos, prueban lo mismo.

No son, sin embargo, únicamente las aguas de los mares las que causan las erupciones de los volcanes; las aguas que estan en la superficie de la tierra concurren igualmente á ello. La desecacion súbita de los lagos pequeños de aguas dulces, de los arroyos y de los rios, es una señal que anuncia una próxima erupcion, dice Troil, hablando de los volcanes de Islandia. En la mayor parte de las erupciones de los grandes volcanes, se ve el curso de los rios suspendido, se pierden un instante: esto es, porque sus aguas caen en las hendiduras, en las grietas, van á parar al foco del incendio, y contribuyen á producir estas terribles conmociones. La gran cantidad de eyecciones de aguas hirvientes que se observa en Islandia, prueba bastante cuánta parte tiene el agua en estos fenómenos. Shaw refiere que los temblores de tierra en Berbería, no ocurren ordinariamente, sino un dia ó dos despues de las grandes lluvias. Seria inútil citar todos los hechos innumerables de que Lametherie ha hablado, y que prueban que todos los volcanes desprenden cantidades inmensas de gas sulfuroso, de hidrógeno sulfurado, de ácido carbónico, de vapores de agua, etc., etc., y que vienen á confirmar su tesis sobre las causas de los volcanes.

Los temblores de tierra son sacudimientos subterráneos, algunas veces de una vasta extension, y que se aproximan demasiado á los fenómenos volcánicos para no reconocer las mismas causas en la mayor parte de los casos; asi los fuegos subterráneos, los movimientos de las aguas, los incendios que acompañan á la mayor parte de estos sacudimientos, no pueden dejar duda en este punto.

Sin embargo, la falta de equilibrio entre las capas del suelo, puede tambien dar orígen á ellos.

A los volcanes y á los temblores de tierra, se refieren los alzamientos y los hundimientos del suelo. Algunas veces montañas enteras é islas, son vomitadas del seno de los mares. Otras veces terrenos bastante extensos son sumergidos. Estos fenómenos, sin ser muy comunes, no son sin embargo raros. En apoyo de esta asercion se citan mas de treinta temblores de tierra ó levantamientos marinos, conocidos desde unos 400 años antes de nuestra era hasta 1693, y que todos ó han levantado islas ó terrenos ó han hundido montañas; esta asercion está pues, demostrada, aun sin tener en cuenta todos los fenómenos semejantes que no han sido observados.

Siempre prudente, y jamás exclusivo en la apreciacion de las causas, Lametherie no atribuye á solo los volcanes todos los hundimientos de montañas; reconoce que algunos de estos hundimientos pueden ser ocasionados ó por la desecacion de las capas sobrepuestas, ó por la erosion de las aguas subterráneas, ó por otras causas aun. Cita varios hechos en su apoyo, sacados de los observadores que mencionan de un gran número de montañas caidas y arruinadas.

Analizadas asi las causas ígneas sábiamente, y aproximadas á las causas acuosas, que considera como sincrónicas de las primeras, veamos las conclusiones que Lametherie saca de su accion simultánea y local para la formacion de los terrenos, de las montañas y de los valles; y sus conclusiones, como sus premisas, son conformes á los hechos y de ninguna manera exclusivas.

«Si varias capas planas estan sobrepuestas, dice, y una fuerza interior las levanta y forma una montaña, ellas se rompen; presentan por todas partes hendiduras y ruinas, y no se presentaran sobrepuestas verticalmente en una gran extension. Es preciso, pues, reconocer que la mayor parte de las capas verticales ú oblicuas han sido formadas tal como son. Hay, asimismo, capas contorneadas y enteras sin rotura; estos fenómenos son el resultado de la cristalizacion confusa, segun Lametherie y Saussure.

»Que se observen, añade, los depósitos que forman las aguas cenagosas; por ejemplo, las de los rios, tales como el Saona y el Sena, cuyas aguas, en tiempo de sus crecidas, son turbias y acarrean mucha arcilla y marga, y se verá que esta arcilla, y esta marga se depositan indistintamente sobre toda especie de terrenos, y que estos depósitos tienen con corta diferencia el mismo espesor, tanto en los lugares cuya superficie es plana, como sobre las laderas cuyas superficies son inclinadas. Ahora bien, en estos últimos puntos, estos depósitos forman capas cónicas. Ténganse presentes estos hechos, y se comprenderá fácilmente la formacion de estas especies de montañas.» Asi es como la mayor parte de las montañas secundarias se han modelado sobre las montañas primitivas cubiertas por las aguas.

Otras montañas secundarias han podido formarse tambien por las corrientes opuestas como las barras á la embocadura de los grandes rios.

Pero las grandes montañas secundarias, han podido en muchos casos formarse por hundimientos y por caidas de terrenos. Las porciones de los Alpes que se componen de terrenos secundarios y terciarios, presentan esos hundimientos á cada instante al curioso observador. Lo mismo se ve en todas las elevadas montañas arcillosas, calizas, yesosas y bituminosas.

Los hundimientos han producido elevaciones como por un movimiento de báscula; otras veces los terrenos se han deslizado sobre las pendientes de las montañas primitivas, y algunas capas se han corrido ó han cambiado de lugar. Los volcanes, los temblores de tierra, han producido un gran número de estos fenómenos; y como apenas hay país que no haya sido asolado por estas causas, júzguese cuánto han debido influir sobre la configuracion del globo en sus diferentes puntos.

Las corrientes de agua, ya de rios, ya de mares; las irrupciones de los grandes lagos, han abierto tambien valles, y por consiguiente producido montañas, cuyas capas debian estar dispuestas mas ó menos á pico.

Véanse, pues, analizadas ya todas las diferentes causas que se han invocado para la formacion de las montañas y de los valles.

Resulta de este análisis de la teoría de la tierra,

que Lametherie, aparte de su exageracion sobre las precipitaciones químicas, estaba en todos los puntos de la geología en el camino mas racional; explicando los efectos antiguos por las causas actuales, ha comprendido y probado que no habia generalizacion posible de los fenómenos, sino que los hechos como sus causas varian de intensidad y de naturaleza segun las localidades, lo que le ha conducido á demostrar el sincronismo de las formaciones acuosas entre sí, y de estas con las formaciones ígneas aunque no haya dicho nada. Caminando de lo conocido á lo desconocido, invoca el testimonio de la historia unido á todos los hechos actuales para remontarse hácia lo pasado y probar que jamás las causas geológicas han interrumpido sus efectos. En este camino tan sabio admite una sola y única produccion de los seres fósiles y de los seres vivos, que explica los fósiles y su desaparicion por las causas naturales conocidas, rechazando todas las revoluciones periódicas ú otras que ninguna causa conocida física ha podido producir; su teoría de los carbones de piedra y de los leños fósiles, como tambien la de los volcanes y la de los temblores de tierra, de la formacion de las montañas y de los valles secundarios y terciarios, las de los terraplenes; en una palabra, todos los hechos geológicos estan explicados racionalmente por las causas naturales tangibles, conocidos y susceptibles de análisis. Sus numerosas investigaciones históricas, pruebas de una paciencia de trabajo infatigable, seran continuadas por Cuvier, que sabrá presentarlas con mas habilidad y método, lo cual ha faltado á Lametherie y no ha contribuido poco con su estilo y el desórden general de su obra, á hacerle olvidar, en presencia del notable talento de su émulo y de su contemporáneo que le sobrevivió.

En tiempo de Lametherie y su amigo, Lamarck ponia la geologia en la misma via racional, pero mas particularmente bajo el punto de vista paleontológico. Se ocupó, sin embargo, de la hidrogeologia y publicó sus observaciones sobre la influencia de las aguas, sobre la superficie del globo terrestre, sobre las causas de la existencia de la cuenca de los mares, de su cambio de lugar, de su transporte sucesivo á los diferentes puntos del globo, y en fin sobre los cambios que los cuerpos vivos ejercen en la naturaleza y el estado de su superficie. *Consideraciones sobre algunos hechos aplicables á la teoría del globo, observados por Peron, en su viaje á las tierras australes*; en la introduccion de sus memorias sobre las conchas fósiles de los alrededores de París, para el uso de este medio en las cuestiones geológicas, *Descripcion de las conchas fósiles de los alrededores de París*, y en fin, sus varios trabajos sobre los animales invertebrados.

En su hidrogeologia, Lamarck ha tratado la cuestion de etiología de la cuenca de los mares y de las formaciones marinas que componen la mayor parte de los terrenos terciarios. Ha procurado tambien apreciar los cambios que los cuerpos organizados ejercen sobre la naturaleza y el estado de esta superficie. Admite con Buffon, que los animales de trasudacion caliza, transforman el agua en piedra y la solidifican; va aun mas lejos y demasiado lejos bajo este concepto, puesto que sostiene que todos los cuerpos brutos, todos los minerales han sido producidos por los cuerpos organizados; tesis absolutamente insostenible.

En su grande y bello trabajo sobre las conchas fósiles de los alrededores de París, ha dado un buen ejemplo de la manera con que se debe proceder en el estudio de la conchiliologia aplicada á las cuestiones zoológicas, considerándolas como de primer órden para esclarecer *la verdadera teoría de nuestro globo*, y para *medir las modificaciones que las especies vivas experimentan con el estado de los lugares que habitan.*

Admite que estas conchas son los despojos de animales que han vivido en los lugares dónde se encuentran, que hay varios de estos animales de que se encuentran análogos y que habitan aun los mares, de donde por consiguiente se deduce que el mar ha existido en otro tiempo en aquellos sitios; que despues los mares han cambiado de lecho; que este cambio ha sido gradual y debido á una causa lenta y siempre activa; que la continuidad de accion de esta causa conduce á considerar como probable que las partes descubiertas hoy volveran á ser cuenca de los mares, y que esta volverá á quedar en descubierto; de manera que para Lamarck, *la masa de las aguas que forman los mares, no solamente desciende, sino que se pasea, por decirlo asi, por la superficie de la tierra.* Estas eran las ideas de Buffon y mas antiguamente las de Aristóteles.

Reconoce un calor comun y constante en la masa del globo terrestre y desecha la suposicion de un enfriamiento gradual; pero la consideracion de los fósiles y de sus análogos que habitan aun los mares australes, le ha conducido á admitir un cambio continuo aunque infinitamente lento en el clima ó la temperatura relativamente á cada parte del globo.

No nos detendremos á exponer las razones que presenta en apoyo de estas diversas tesis; consignaremos simplemente los resultados.

Asi por el estudio de la accion de los fenómenos existentes, Lamarck ha tratado de explicar los hechos antiguamente producidos en la superficie de la tierra. Pero otro resultado de la mayor importancia puesto que debia conducir á los progresos que ha hecho la geologia es, que Lamarck no se contentó con establecer que las conchas fósiles pertenecian á la serie viva; que muchas de ellas tenian sus análogas existentes; fue mas lejos, y buscó en el estudio de las conchas vivas, los caracteres claros y precisos que distinguen una concha de agua dulce de una concha marina. Este era un gran paso, que aplicado á la geologia debia conducir, y condujo, en efecto, á la distincion de las formaciones marinas y de las formaciones de agua dulce, y por consecuencia á reconocer la superposicion alternativa de estas dos clases de formaciones. Ahora bien, este progreso es el que ha acabado de arruinar todos los sistemas hipotéticos y abierto definitivamente el camino á la geologia positiva y racional.

Tal es el estado en que Lametherie y Lamarck dejaron la geologia, y sin embargo vamos á ver dominar una direccion enteramente opuesta bajo la influencia del talento de Cuvier, mientras que estos dos hombres y sus trabajos seran olvidados y casi quedaran desconocidos á no ser ante un corto número de personas.

CAPITULO IV.

Buffon en su teoría de la tierra, Pallas, Werner, Lametherie, Lamarck, etc., por medio de sus trabajos reunidos habian echado todas las bases de la geologia positiva como hemos demostrado. Asi, pues, cuando Cuvier publicó en 1811 y mas adelante sus ideas geológicas, la época en que se encontraba la geologia no se parecia, como él dice, á aquella en que algunos filósofos creian el cielo de piedra de sillería y la luna grande como el Peloponeso. Pero en lugar de seguir la ruta abierta á la observacion por estos hombres laboriosos, y de fomentar con su ejemplo el estudio de las causas actuales, Cuvier sorprendido de la magnificencia del estilo y de las concepciones de Buffon, en sus Epocas de la naturaleza, quiso compararse con él y esforzarse en marchar á su altura. Esta noble ambicion estaba llena de escollos, y Cuvier no pudo evitarlos. Lanzándose como Buffon al campo de las hipótesis, continuó las mismas, y formó á su manera épocas de la naturaleza. Con Deluc y otros rechaza el estudio de las causas actuales para explicar

los efectos antiguos; afirma que nada podria ser mas infructuoso que las investigaciones hechas en esta direccion; que el hilo de las operaciones está roto; que la marcha de la naturaleza está cambiada, y que ninguno de los agentes que emplea hoy le habria bastado para producir sus obras antiguas.» La condenaba así á una eterna inmovilidad, y desechaba, en el campo de las ideas hipotéticas, una ciencia que desde ese tiempo ha marchado á un paso tan rápido y tan seguro. Y aunque Lametherie hubiera escrito que ninguna ley física conocida podia apoyar tales ideas, la hipótesis renovada por Cuvier y tan diestramente incluida en su magnífico discurso sobre las Revoluciones del globo, del cual es la parte mas endeble, ha perjudicado á la geologia, tanto como las *Investigaciones sobre las osamentas fósiles*, la han favorecido bajo otro aspecto; porque este segundo trabajo ha preparado la grande obra de Blainville que le enmienda, y las de Agassiz, Deshaies, Adolfo Brongniart, y tantos otros, sobre asuntos diferentes, pero todos igualmente relativos á los restos orgánicos contenidos en las capas regulares del suelo.

Cuvier ha publicado con Brongniart los *Ensayos sobre la geologia mineralógica de los alrededores de París*: Brongniart tuvo la mayor parte en esta obra. Cuvier no ha entrado jamás muy adelante en el estudio de los terrenos geológicos, ni realmente ha tratado sino de la paleontologia, y quizá es este uno de los orígenes de los graves errores que ha introducido en sus teorías.

Ha publicado en paleontologia: 1.° *Extracto de una obra sobre las especies de cuadrúpedos, cuyas osamentas se han encontrado en el interior de la tierra*; 2.° *Investigaciones sobre las osamentas fósiles de los cuadrúpedos ó donde se establecen los caracteres de algunas especies de animales que las revoluciones del globo parecen haber destruido.* Esta obra va precedida de un *Discurso preliminar sobre las revoluciones de la superficie del globo y sobre los cambios gue han producido en el reino animal.* Este discurso es la obra maestra de Cuvier, y contiene toda su doctrina; el arte con que está escrito, dispuesto y encadenado, la claridad y la concision, todo á la vez arrastra y conmueve al lector, que será fácilmente seducido, sino ha hecho un estudio bastante profundo para percibir las faltas de lógica, y las interpretaciones demasiado aventuradas de los hechos.

Sin embargo, hay falta de principios ó principios falsos que viene á ser lo mismo, y estudio superficial. Así, por ejemplo, ha negado contra la evidencia de hechos numerosos, que los fósiles vinieran á llenar lagunas en la serie animal, sin advertir que por esta negacion contradecia su manera de proceder en el reconocimiento de los animales perdidos, y se privaba de todo medio de llegar á la determinacion de ninguno de estos animales, puesto que solo por su semejanza y sus relaciones con los géneros y especies existentes ha podido y se puede únicamente determinarlos. Se ha repetido que con un solo hueso, un solo fragmento, una faceta, podia reconstruir un animal. Otros pretenden haber demostrado la falsedad de tal pretension, afirmando que las primeras nociones de osteologia bastan para destruirla. Cuvier mismo ha encontrado alguna vez su principio en falta; el *Tapyrium giganteum* que habia determinado en vista de un solo diente completo, se halló ser cuando se descubrió la cabeza entera con dientes absolutamente iguales, un *Dinotherium*, animal perdido que no es un Tapir. Sin embargo, este principio sujeto á tantas excepciones es el que ha asombrado al mundo y reasumido todo el valor científico, toda la reputacion de su autor. El mismo, sin embargo, ha advertido el defecto cuando dice: «este principio es bastante evidente en sí mismo en esta acepcion general, para no necesitar una demostracion mas ámplia; pero cuando se trata de aplicarle hay un gran número de casos en que nuestro conocimiento teórico de las relaciones de las formas no bastaria sino estuviera apoyado sobre la observacion.» En efecto, solo por una observacion minuciosa y por comparaciones repetidas con los animales actualmente existentes, se puede esperar determinar con alguna exactitud un género ó una especie; y aun no todas las piezas de un esqueleto son indistintamente buenas y suficientes para esto; se necesitan piezas importantes, como las de la cabeza; y para tener una certidumbre completa se necesitan varias y diferentes partes del esqueleto en el mayor número de los casos.

Para probar que los restos fósiles de los cuadrúpedos pertenecen á especies perdidas, Cuvier intenta demostrar que hay poca esperanza de descubrir nuevas especies de grandes cuadrúpedos, y que los antiguos conocian tantos y mas que nosotros, lo cual no es enteramente exacto, ademas que de todos estos animales de los antiguos, ninguno ha desaparecido ni desaparecerá probablemente, lo cual tampoco es exacto; porque sabemos que los lobos han desaparecido de Inglaterra; que los osos blancos han disminuido, que los osos ordinarios han desaparecido de Inglaterra, de Bretaña y de una gran parte de Europa; que son mucho mas raros en los Pirineos y en los Alpes que hace algunos años; que los gamos se hallan actualmente confinados á la Persia; que los elefantes, y sobre todo las girafas, los hipopótamos y los rinocerontes se hacen cada vez mas raros; que el rengífero y los aurocs han perecido en las Galias y en la Germania; que todos esos numerosos animales que se llevaban de Africa á los circos de Roma son hoy tan raros que apenas se encuentran, etc., etc; que el Dronte, esa ave tan conocida en la Isla de Francia y en la Isla de Borbon ha desaparecido completamente en nuestros tiempos. Varios animales han podido, pues, y pueden todavía desaparecer y conocerse otros nuevos; así el *apterix* entre las aves, el *Moschus aquaticus* entre los mamíferos, etc., no son conocidos sino desde hace pocos años.

Las aserciones de Cuvier eran, pues, ligeras y prematuras. Y sin embargo, sobre estas aserciones y otras análogas, ha establecido su sistema de las revoluciones del globo y de las épocas indeterminadas á continuacion de Buffon, Deluc, etc.

Segun él la superficie de la tierra ha sido alternativamente y varias veces el dominio del mar y la morada de los vegetales y de los animales terrestres; estos habrian perecido en los lugares en que vivian, y el mar no se habria retirado sino despues de haber cubierto los vegetales y animales sumergidos con capas minerales mas ó menos gruesas. Las especies que aparecen despues de cada retirada del mar, se diferencian de aquellas que se muestran antes de cada nueva irrupcion. Las irrupciones han sido la mayor parte súbitas, instantáneas, sin gradacion, y algunas han sido generales. Era bastante natural deducir de estas proposiciones que habia habido sucesivamente varias destrucciones y creaciones generales de los seres organizados y que nuestra especie, cuyos huesos no se habian encontrado sino en las capas superficiales, no habia venido hasta la última creacion. Hemos visto á Lametherie sacar estas conclusiones y combatirlas; asimismo es como los discípulos de Cuvier entendieron su doctrina. Cuando hubieron aceptado la interpretacion del maestro como una verdad demostrada sin contradiccion, no tardaron en observar que aquellas diferentes épocas y numerosas sucesiones de animales daban al mundo otra historia que la que nos da el Génesis y que la asignaban una fecha mucho mas antigua que la que supone la cronologia de Moisés.

Cuvier evitó, en verdad, admitir creaciones sucesivas, pero tan débilmente, é insistió tantas veces sobre

aquellas épocas, sobre la diferencia entre la creacion actual y las *creaciones antiguas*, que era imposible no ver allí su verdadero pensamiento. Ademas negó constantemente los fósiles humanos, porque contrariaban su tesis de las creaciones sucesivas. Los numerosos descubrimientos de fósiles humanos, las memorias enviadas de Mompelier sobre esta cuestion, se pasaron en silencio.

Lo que no es menos asombroso es ver á Cuvier acusar á los geólogos que para dar ensanche á sus sistemas toman los dias de la creacion por períodos indeterminados; y á los naturalistas que consideran á nuestros animales como modificaciones de las especies fósiles, modificaciones producidas por las variaciones de los medios y conducidas á esta gran diferencia por la larga sucesion de los años; y verle en seguida animar á estos mismos naturalistas con la imponente autoridad de sus ejemplos.

Asi explica, aunque sin dar las razones, la diferencia mineralógica de los depósitos marinos y de agua dulce, y la sucesion de las especies diferentes, cuyos restos presentan por variaciones numerosas que se habrian operado en la naturaleza de las aguas. Destruyendo de esta suerte para los animales acuáticos la fijeza de las leyes de la organizacion que pretende haber demostrado en otra parte, mina la ciencia por sus bases, lo que no le impide sostener en otra parte la fijeza de las especies terrestres.

Despues por una nueva contradiccion, toma por su cuenta todos los millares de siglos que rehusaba á los otros y los cambios de especies del reino animal entero; profesa asi las doctrinas mas opuestas á nuestras tradiciones sagradas que enseñan la unidad de creacion y la creacion de las especies.

Todo es hipotético en la teoría de Cuvier; sus irrupciones sucesivas del mar que forman su punto de partida, no tienen apoyo alguno fuera del fenómeno que debe servir para explicar, y que no explican. Y sin detenernos por ahora en la discusion de sus hipótesis, nos contentaremos con hacer la observacion general, de que casi siempre da del mismo hecho varias explicaciones diferentes y algunas veces contradictorias, porque no se ha podido remontar á la ley de ningun fenómeno.

Asi el sistema de Cuvier ha perdido hace mucho tiempo su autoridad sobre los que cultivan la geología ó que siguen sus progresos; únicamente fuera del círculo de la ciencia es donde protegido por el nombre de su autor, cuenta todavía algunos partidarios entre las personas que recuerdan la acogida que le hizo la Europa científica y que no han aprendido nada desde aquella época. Veremos que no puede conciliarse con el encadenamiento de las capas de orígen diferente, ni con la semejanza de composicion mineralógica de las capas del mismo orígen, ni con el número de las capas alternadas, ni con las circunstancias de yacimiento de los fósiles, ni con la proporcion numérica que existe entre los fósiles y las especies vivas, etc.

Las hipótesis de Cuvier estan, pues, en contradiccion tanto con la observacion positiva, como con todos los puntos del texto sagrado.

A pesar de esto Cuvier ha hecho progresar á la ciencia, primero por el impulso que le ha dado; segundo por la reunion de todos los trabajos paleontológicos esparcidos antes de él ó de su tiempo; tercero por la introduccion de los fósiles de los terrenos de París; cuarto por la creacion de una escuela, que aun siguiendo sus errores, no ha dejado de recoger hechos, que mejor empleados, debian mas tarde corregir sus teorías; finalmente, por los trabajos de sus opositores á que ha dado márgen.

Mientras tanto, arrastrado por la autoridad de Cuvier hácia las ideas de las revoluciones del globo, Adolfo Brongniart, cuyas investigaciones sobre la Flora fósil, han sido tan útiles á la ciencia, ensaya tambien su teoría.

Refiere á cuatro períodos diferentes de vegetacion las diversas floras que presentan los terrenos.

La primera, caracterizada por el predominio de los vegetales criptogamos vasculares, se extiende desde los terrenos primitivos á la formacion hullífera.

La segunda menos conocida que las otras, corresponde al depósito de gres abigarrado y parece separado del anterior por terrenos desprovistos de vegetales ó que no contienen mas que impresiones de plantas marinas, tales como el gres rojo y la caliza peneana.

La tercera empieza en la época del depósito conquiliano y se extiende hasta el de la creta. Es notable por la abundancia de las Cicadeas unidas á los helechos y á las coníferas.

En fin, la cuarta corresponde á los terrenos terciarios y se distingue de todas las anteriores por el predominio numérico de las plantas dicotiledones y por la ausencia de formas extrañas á la vegetacion actual.

Brongniart invoca dos hechos que parecen anunciar, segun dice, que estos períodos estan fundados en la naturaleza misma de las revoluciones del globo, á saber: 1.° casi siempre estan separados por terrenos que no parecen contener fósiles terrestres y que por consiguiente podria considerarse que habian destruido la vegetacion anterior y servido de preludio á una nueva creacion vegetal. Tales son el gres rojo, la caliza conquiliana y sobre todo la creta.

2.° No hay paso sensible entre los vegetales de estos diferentes períodos, mientras que le hay siempre entre los de las diferentes épocas de formaciones comprendidas en estos períodos.

Brongniart pasa despues al desarrollo que el reino vegetal ha tomado sucesivamente desde los tiempos mas antiguos en que hallamos indicios de su existencia hasta nuestros dias, y concluye asi: «Podemos, pues, admitir entre los vegetales como entre los animales, que los seres mas sencillos han precedido á los mas complicados, y que la naturaleza ha creado sucesivamente seres cada vez mas perfectos.»

No podia esperarse esta conclusion, que está en contradiccion con las observaciones mismas que el autor ha consignado anteriormente, y en las cuales se ve á las criptogamas vasculares y á las fanerogamas monocotiledones aparecer en el primer período de vegetacion al mismo tiempo que las ágamas; las criptogamas celulosas que deberian mostrarse despues de las ágamas y antes de todas las demás clases, empiezan á aparecer en el último período, y las fanerogamas gimnospermas que deberian verse antes de las monocotiledones no aparecen hasta despues del segundo período. El autor ha consignado el hecho del predominio sucesivo en los depósitos del suelo de las formas vegetales mas complicadas sobre las mas simples; y de este hecho, cuyo valor tendremos que discutir, ha sacado la misma consecuencia que de un órden general de aparicion sucesiva de los vegetales mas simples antes de los mas perfectos, órden que jamás ha sido observado en parte alguna. De esta manera cae por sus bases y por las observaciones mismas del autor, la teoría que ha intentado apoyar en ellas por una inadvertencia de lógica.

No nos detendremos á discutir su clasificacion que está muy lejos de ser admitida por los botánicos; ni sus determinaciones genéricas y específicas muy contestadas por graves botánicos paleontólogos; ni su órden supuesto de aparicion de los vegetales en los terrenos, puesto que varios observadores pretenden que las cotiledones se presentan en los terrenos primarios; Brongniart mismo ha admitido ejemplos y cita un gran número de monocotiledones. Indudablemente sus hipótesis no se avienen mas con los hechos positivos que con el texto sagrado. Sin

embargo, el estudio de los vegetales fósiles, ya tan adelantado por Brongniart, ha sido un poco importante para el progreso real de la geologia.

En otro órden de hechos, Elías de Beaumont, aceptando la hipótesis de las revoluciones del globo y de las creaciones sucesivas, ha tratado de explicarlas por los cambios que ha causado en los límites del mar el alzamiento sucesivo de las montañas. Debemos ante todo apresurarnos á decir que Beaumont es uno de los geólogos que mas y mejor han servido á la ciencia por sus notables trabajos y sus numerosas observaciones. Su teoría tan ingeniosa y que ha probado ante todo una gran facultad de generalizacion, está fuera de los progresos reales que ha hecho hacer á la ciencia; por consiguiente, haciendo justicia á estos, expondremos la discusion de la teoría tal como se halla pendiente aun entre los geólogos.

Beaumont cree que el enderezamiento, las dislocaciones de los depósitos sedimentosos que se apoyan en las laderas de las montañas, pertenecen á épocas diferentes, y que existe un paralelismo constante entre estas dislocaciones y el alzamiento de las montañas de la misma fecha, de suerte que la línea bajo la cual se encuentra el sistema de las capas levantadas, sigue siempre la misma direccion que la cordillera de montañas, lo que prueba que todas las dislocaciones paralelas son de la misma fecha.

Segun estas observaciones que sirven de base á su taoría, divide las montañas de Europa en doce sistemas, fundados en el número de las direcciones diferentes que siguen estas montañas. Aunque sea inmenso el intervalo que separa las montañas, desde el momento que tienen una direccion comun, no forman mas que un mismo sistema, producido, en una misma época, por una misma accion mecánica de la corteza del globo. El número de los sistemas elevados indica el de las dislocaciones que el suelo del país que ocupan ha experimentado; y, al mismo tiempo, corresponde al número de los cambios de naturaleza y situacion que presentan los depósitos de la corteza de la tierra, es decir al número de las formaciones geológicas de estos mismos paises.

Las posiciones relativas de las capas horizontales y de las capas levantadas ú oblicuas, suministran á Beaumont, los medios para determinar su edad relativa y la de los alzamientos de las montañas.

Segun esta teoría, el mas antiguo sistema de montañas es el que levanta las rocas esquistosas; y la cordillera principal de los Alpes, que ha alzado la última porcion de los terrenos terciarios, es la mas reciente.

Asi los fenómenos geológicos son debidos al cambio de los límites del mar; este cambio de límites es debido al alzamiento de las montañas; el realce actual de las montañas es efecto de las contracciones violentas de la corteza de la tierra, producidas, á su alrededor, por el descenso sucesivo de la temperatura terrestre; porque la tierra, enfriándose, disminuye de volúmen y pone su cubierta en la necesidad de disminuir tambien de capacidad, para no dejar de rodear la masa fluida interior. Véase la razon de la existencia de los vacíos, de las tuberosidades que se forman por intervalos al exterior de la corteza de la tierra.

Por esta nueva teoría la hipótesis del fuego central, que hemos refutado, está unida á la hipótesis de las revoluciones de la superficie del globo para no formar mas que un todo. Seguramente, esta generalizacion, este encadenamiento de los fenómenos, esta tendencia á la unidad, hacen desear que la ingeniosa teoría de Beaumont estuviera tan bien apoyada en sus bases como talento ha puesto en desarrollarla. Pero desgraciadamente, la tesis de las revoluciones con destrucciones y creaciones sucesivas es de todo punto inadmisible, como hemos visto y como demostraremos ámpliamente. Hemos probado que la tesis del fuego central no está mejor demostrada. Si aparte de estos dos apoyos que Beaumont ha aceptado de otras manos, su teoría de los alzamientos fuera plenamente sostenible por sí misma, nos halagaria á causa de su grandeza, y sobre todo á causa de la solucion que pareceria dar á un conjunto de dificultades que atañen tanto á la ciencia como á la teología. Pero la discusion ha debido modificarla en varios puntos.

Cuando Beaumont publicó por primera vez su teoría, la hipótesis de las alzamientos estaba en grande auge; en un principio se habia aplicado á los volcanes; despues se extendió á las montañas. Beaumont, sin detenerse á probar lo que estaba admitido por tantos geólogos distinguidos, da á esta tesis un nuevo valor, indicando la contraccion de la corteza de la masa planetaria como la causa probable que habia hecho elevarse el realce actual de nuestras grandes cordilleras, cuya edad relativa determinaba. Pero esta parte de la geologia especulativa no tardó en cambiar y en tomar mas consistencia. Los volcanes mejor estudiados aparecieron bajo un aspecto del todo diferente, y algunos hechos de su historia pasaron definitivamente al dominio de la ciencia. La falsedad de la hipótesis de los alzamientos, en su aplicacion á las montañas volcánicas, fue rigorosamente demostrada por algunos hábiles observadores y especialmente por Constant Prevost. Este sabio observador estableció sólidamente, que las montañas volcánicas deben su orígen á una acumulacion sucesiva de lavas y no á un alzamiento repentino; que la fuerza que ha producido la materia de estas lavas, no ha enderezado las capas del suelo; que el punto de partida de las erupciones, en lugar de estar en la extremidad inferior del foco volcánico, se halla, por el contrario, en la extremidad superior de lava ó columna ascendente, que enfriándose y solidificándose en este punto, es rota y arrojada en seguida por el desarrollo de los gases; que estas masas sólidas, estas fonolitas, que se habian representado como atravesando y alzando las capas regulares del suelo, no son otra cosa que restos de esas capas regulares ó fragmentos de rocas ígneas, depositadas en estado líquido por los volcanes.

Estas observaciones alterarian la teoría de los alzamientos de las montañas, si no la minasen; porque si las materias volcánicas no han elevado los terrenos para producir conos y cráteres, tanto menos se puede sostener que los granitos y los pórfidos, que constituyen nuestras montañas, han sido elevados, que su salida sobre el suelo y el enderazamiento de las capas sedimentarias se explicarian mucho mejor por hundimientos, lo que no se ha podido decir jamás de las montañas volcánicas. Asi la hipótesis de las montañas de alzamiento ha tenido siempre menos partidarios que la de los cráteres de alzamiento, cuya falsedad está sin embargo tan claramente demostrada.

Ademas, es muy notable que la contraccion del núcleo central, de donde se hace salir las montañas, pueda muy bien producir hundimientos, pero no *verdaderos alzamientos*. Si la masa interior de la tierra aumentase de volúmen, podria romper y alzar su cubierta, que se habria quedado demasiado estrecha para continuar rodeándola totalmente. Pero lo contrario es lo que debe suceder, segun la teoría del enfriamiento gradual de la temperatura terrestre; la masa planetaria se contrae, y disminuyendo de volúmen, deja entre ella y su cubierta vacíos sobre los cuales esta desciende naturalmente, y de aquí resultan en la superficie pliegues, ondulaciones, soluciones de continuidad, y por consecuencia de los descensos, enderezamientos por movimiento de báscula. Asi la hipótesis del alzamiento parece contradecir la del enfriamiento de la tierra, que se ha querido sin embargo darla en apoyo.

Ademas, no vemos en la naturaleza este agente capaz de elevar á tan grandes alturas porciones del

globo tan considerables como las montañas. No vemos tampoco que en punto alguno del globo se hayan elevado así nuevas montañas, desde que el hombre recoge sus observaciones. Los ejemplos de terrenos elevados algunos piés sobre el suelo por la violencia de los volcanes y de los temblores de tierra, no prueban nada; hay mucha distancia de esto á las grandes cadenas de los Alpes y de las Cordilleras, y de los picos del Thibet.

Se pregunta cómo esta fuerza elevadora ha podido hacer salir en una misma línea tan corta, partes paralelas en tan gran número, como las que forman, por ejemplo, la cordillera del Jura; como en el mismo instante, la misma accion habria producido montañas separadas por inmensos intervalos, y no habria elevado al mismo tiempo todos sus eslabones contiguos; como, por ejemplo, una parte de los Alpes no forma sino un solo sistema con las montañas que limitan al Norte, las llanuras de la Persia y de Bengala, de las cuales una direccion poco mas ó menos semejante será toda la prueba de su aparicion simultánea, mientras que la otra parte de la cadena de los Alpes habia sido elevada en otra época.

No se concibe mejor cómo una conmocion bastante fuerte y bastante violenta para elevar instantáneamente montañas, no ha precipitado los depósitos sedimentosos que reposan sobre sus laderas y no ha arrojado los fragmentos de rocas que reposan frecuentemente en estos depósitos; cómo depósitos sólidos y poco adherentes al suelo han podido, sin destrozarse, ser levantados bruscamente á dos ó tres mil metros, como lo habria sido, por ejemplo, la capa cretácea, delgada y fosilífera que del valle del Reposoir se eleva en la creta de Fis á 2,700 metros de altura.

El sistema ha sido hallado defectuoso en los hechos mismos que le sirven de base. El paralelismo, en efecto, no podria probar la edad relativa del alzamiento de las capas. Observaciones hechas en Inglaterra han demostrado que alzamientos de terrenos poco distantes unos de otros, y siguiendo la misma direccion, se han verificado en épocas diferentes, y que alzamientos que siguen una direccion diferente, han podido ser producidos en una misma época. Segun la disposicion y los alzamientos de los depósitos secundarios del valle del Rhin, seria preciso, segun la teoría, admitir para este solo valle dos épocas de alzamiento, una para la ribera izquierda y otra para la derecha, resultado contradictorio con el principio invocado de que todas las dislocaciones paralelas son de la misma edad.

Los adversarios de los alzamientos quieren que las montañas hayan sido producidas por un hundimiento del suelo, que, imprimiéndole un movimiento de báscula, habria hecho descender una línea por una de sus extremidades, elevándola ó pareciendo elevarla por la extremidad opuesta. La misma causa de dislocacion por hundimiento habria producido los valles de dislocacion.

Estas dos teorías, la del alzamiento y la del hundimiento, estan á la vista; si la segunda parece mas racional, y si el mismo Beaumont, que está lejos de haber dado á su teoría la importancia que la han dado algunos parciales que no la han comprendido quizá bastante bien, admite en ella algunas diferencias, no es sin embargo completamente incontestable. Pero de cualquiera manera que se juzgue la cuestion, el hecho fundamental de la produccion de ciertas montañas en depósitos estratificados y de los valles de dislocaciones no queda menos admitido por todos, y esto basta para explicar el mayor de los fenómenos. Pero tampoco es posible apoyarse en la teoría de los alzamientos para determinar las épocas de las revoluciones del globo, ni por consiguiente para sostener las destrucciones y creaciones sucesivas, ó la formacion en su sitio de los carbones de piedra, como se ha pretendido calculando los millares de años que tal formacion habria exigido.

¡Triste destino de los sistemas é instructiva leccion para los defensores del Génesis! Si nuestras tradiciones sagradas concordasen hoy con las teorías que acabamos de analizar, parecerian inconciliables con los hechos de la ciencia, porque la observacion positiva desmiente todos los resultados hipotéticos de estas teorías, y confirma poco mas ó menos todos los hechos admitidos por la ciencia actual, sin contradecir ninguno.

Se comprenderá al presente, cómo las hipótesis de los períodos indeterminados no han podido bastar á la solucion de los graves problemas de la geologia, y por qué han debido hacer lugar á otras hipótesis que no estan mejor apoyadas. Queremos hablar de los sistemas de los doctores William Buckland y Chalmers, dos sabios distinguidos de Inglaterra; Buckland, sobre todo, ha prestado grandes servicios á la geologia con sus trabajos.

Estos dos sabios no han pretendido hacer una teoría, sino mas bien encontrar un sistema de conciliacion entre la relacion de Moisés, y el conjunto de los fenómenos geológicos. Persuadidos por una parte de que estos fenómenos no han podido verificarse sino por períodos de una gran extension, y convencidos por otra parte que el tiempo asignado por Moisés no ha bastado para formar desde la época de los seis dias, todas las capas estratificadas que cubren la tierra, los doctores Buckland y Chalmers han buscado en el Génesis una interpretacion que quitara toda dificultad. El doctor Buckland examina y rechaza todas las demás hipótesis presentadas con el mismo objeto. El diluvio de los libros sagrados no explica ni las capas ni los fósiles; no puede admitir que estas capas hayan sido formadas en el fondo de las aguas en el intervalo que ha transcurrido entre la creacion del hombre y el diluvio; el cambio de los seis dias genesiacos en otros tantos períodos de una gran extension, cambio al cual *la teologia y la filologia no tienen ninguna objecion sólida que oponer*, dice, no concuerda con el hecho geológico de la reunion de las plantas y de los animales en las capas mas inferiores. Por otra parte se quedará convencido de que es inútil, si la hipótesis de nuestros dos sabios ingleses es demostrada.

Segun ellos, el mundo, cuya historia nos ha dado Moisés, ha sido hecho, en parte, con los restos de un antiguo mundo destruido, las primeras palabras de Moisés: *Al principio Dios crió el cielo y la tierra,* establecen que cielo, es decir, el sol, las estrellas y los planetas y la tierra, han sido creadas por Dios, sin limitar la duracion en que se ejerció su accion creadora. Ahora bien, dicen nuestros autores, entre esta primera creacion sobre la que la historia sagrada ha guardado el silencio mas absoluto, porque era extraña á la historia de la raza humana, y la creacion que empieza en el segundo versículo, han podido transcurrir millones de millones de años. En este intervalo de una duracion indefinida, es en el que se deben colocar todas las revoluciones físicas que han destruido los fósiles, formado las capas de la corteza del globo, y operado los cambios de que la geologia ha encontrado indicios; los cuerpos celestes no habian sido alcanzados por esas asombrosas catástrofes, que cambiaron el antiguo estado de la tierra, y el Criador se sirvió de ellos reorganizando este planeta para hacer de él la mansion del hombre.

De consiguiente, no se deben comprender en el sentido de una creacion propiamente dicha, los textos que conciernen á los astros, la luna y el sol, porque estos cuerpos no fueron llamados á existir por la primera vez, el cuarto dia, sino que en esta época, el Criador los adaptó especialmente á ciertas funciones de una gran importancia para el hombre. Su creacion verdadera está comprendida en estas palabras: *pri-*

meramente Dios crió el cielo y la tierra; siendo asi nuestro planeta el objeto de una designacion especial, porque es el teatro donde van á pasar todos los acontecimientos de la historia de los seis dias.

Tal es el sistema de interpretacion adoptado por Buckland y Chalmers, y que algunos escritores católicos han copiado y emitido anteriormente sin discusion, sin exámen, sin estudio de la ciencia, únicamente porque les parecia mas cómodo.

Si preguntamos á estos partidarios qué relaciones pueden existir entre su mundo hipotético y los fenómenos de la corteza del globo, responden que la conformacion extraordinaria de los huesos, de los dientes ó de las conchas de animales fósiles, la talla gigantesca de algunos, demuestran que no son el tronco de las razas actuales, de las cuales difieren la mayor parte esencialmente, y que no han formado parte de la creacion mosáica, á la que pertenecen todas las especies vivas; y aun cuando fuese verdad, añaden, que un cierto número de especies de animales y vegetales fósiles fuesen idénticos con especies existentes, esto no probaria nada contra nuestra conclusion general, porque Dios ha podido reproducir algunas de las especies que habia aniquilado; basta, pues, que la mayoría de las especies fósiles no se encuentre en nuestro globo, y que la mayoría de las especies vivas no exista entre los fósiles. Si el enterramiento de los fósiles no fuera anterior á la venida del hombre sobre la tierra, ¿por qué no se encuentran sus restos ni las obras de su mano entre esa cantidad innumerable de animales terrestres, fluviátiles y marinos? Todos esos despojos, sepultados á tan grandes profundidades, proceden de las plantas y de los animales del mundo primitivo, cuya temperatura diferente de la del mundo actual, daba lugar á especies diferentes de las nuestras, y podia propagarlas sobre puntos del globo donde no subsistirian hoy. Pero la principal ventaja de este sistema es abrir ante la geologia espacios de tiempo ilimitados. No hay que quejarse de que la cronología sagrada haya hecho á la tierra demasiado jóven; la tierra ha existido mucho tiempo antes de la era humana, y se le pueden dar tantos siglos de existencia como se quiera.

Si como lo suponen los inventores de ese sistema de exegesis bíblica, estuviera demostrado sin réplica que los tiempos exigidos por los fenómenos geológicos exceden los límites de la cronología de Moisés, habria necesidad de buscar en el Génesis un texto que conciliara la ciencia con la revelacion, y este trabajo no seria vano, porque la verdad no puede ser contraria á sí misma, y la ciencia, tal como la comprendemos, es tan verdadera como la revelacion. Pero aun seria preciso que el hecho revelado que resultara de esta interpretacion nueva del texto sagrado, estuviera en perfecto acuerdo por una parte con el resto de los hechos revelados, y por otra con los hechos ciertos de la ciencia; ahora bien, es fácil demostrar que la interpretacion propuesta por Buckland y Chalmers está muy lejos de reunir estas condiciones. La ciencia no puede acomodarse á ella, y el Génesis la rechaza invenciblemente.

En primer lugar, la suposicion de que la luz y todos los cuerpos siderales existian antes de la obra de los seis dias, es no solo gratuita en sí misma, sino que ademas ocasiona alteraciones profundas en la significacion natural de las palabras, y un cambio completo en el espíritu general de los textos del Génesis. No es ya la historia de la creacion del mundo la que nos refiere Moisés, sino la historia de su reorganizacion. Estas expresiones tan sencillas y tan fuertes del hebreo: *Sit lux et fuit lux*, *sit firmamentum*, *siant luminaria... et posuit ea in firmamento*, *cœli*, etc., no significan la creacion de lo que no existia, como lo habian creido todos los que no han buscado en el Génesis sino lo que se encuentra en él, sin ocuparse de los sistemas de su tiempo; indican simplemente las relaciones nuevas que el Creador estableció entre los diferentes cuerpos de nuestro sistema planetario, y aun estas relaciones fueron efectos de las leyes naturales, y no la produccion inmediata de la voluntad del Todopoderoso. No nos detendremos á refutar la interpretacion arbitraria por la cual estos autores cambian la significacion natural de los textos y aun de las expresiones mas precisas, y hacen asi ininteligible y fabuloso el relato tan simple y verdadero de Moisés.

Bajo el punto de vista de la ciencia, este sistema no es tampoco admisible. En efecto, una de dos: ó las causas que actuaban en el primer mundo eran diferentes de las que obran en el segundo, ó eran las mismas.

Si eran diferentes, debian obrar de diferente modo; sometidos á leyes diferentes y separados por una especie de caos, los dos órdenes de cosas deberian distinguirse por la diferencia de sus productos mas abajo y mas arriba del punto en que habia sobrevenido el caos. Nada hay sin embargo, y de un extremo al otro de la serie de los terrenos, los mismos efectos atestiguan la accion continua de las mismas causas y de las mismas leyes que obran aun á nuestra vista.

Nuestros autores deben, pues, reconocer, que su mundo ante-genesiaco no se diferenciaba esencialmente del nuestro; pero en este segundo caso, ¿dónde encontraran la prueba de la antigua existencia de este primer mundo?

¿Es en la conformacion extraordinaria de las especies destruidas? Pero estas formas pertenecian á la misma serie que las formas actuales, y no son mas inusitadas que las de ciertas especies vivas. Las mas notables de estas especies destruidas, tales como el mastodonte, el tetracolodonte, el dinoterio, el coclodonte, el hoploforo, el clamidoterio, el megaterio, etc., en lugar de ocupar las capas mas profundas, las capas que se suponen del antiguo mundo, no se encuentran por lo general sino en los terrenos terciarios bastante superficiales; allí se hallan asociados con especies vivas y aun con restos humanos, y los restos de nuestra especie se encuentran debajo en capas mucho mas profundas. Es pues, evidente, que todas las especies pertenecen á nuestro mundo, y no al mundo anterior al Génesis.

Si este mundo no nos ha dejado huellas de su vida, hubiera debido dejárnoslas de su ruina y de su muerte, porque nuestros sabios ingleses se ven obligados á suponer que ha sido destruido, y que en aquella época ha habido abrogacion ó suspension temporal de las leyes de la naturaleza. Aquí caemos otra vez en esas hipótesis de catástrofes y de destrucciones generales, á las cuales se oponen todos los hechos, y que ya hemos refutado en parte.

Si este mundo hubiera sido destruido, y la tierra hubiera perdido todas sus plantas y todos sus animales, habria capas sin fósiles sobre aquellas en que se habrian sepultado las especies ante-genesiacas; ahora bien, está probado que todos los depósitos contienen mas ó menos fósiles, pero que los contienen.

Si las leyes de la naturaleza hubiesen estado suspensas ó abrogadas, y por consiguiente, la accion de las causas secundarias hubiera cesado, habria solucion de continuidad entre los últimos depósitos ante-genesiacos y los primeros del segundo mundo; ahora bien, donde quiera que los terrenos estan colocados en sobreposicion, se confunden de tal modo unos con otros, que está claro que todos han sido formados sin interrupcion en la misma cuenca.

Finalmente, si las especies de los dos reinos, cuyos restos se encuentran en las capas antiguas del suelo, hubiesen perecido por efecto de catástrofes espantosas, resultado necesario de la destruccion ó de la suspension de las leyes naturales, el punto de los terrenos correspondiente á la época de estos cambios

formaria el límite de dos mundos; los fósiles de las capas inferiores en este punto deberian contrastar, por su aspecto, con los fósiles de las capas superiores del mismo punto; ahora bien, en todas partes los fósiles se matizan en su sucesion en cierto modo, como las sustancias de las mismas; estan agrupados por géneros, por familias, y no se pasa de repente de un órden de animales ó de plantas á otro órden muy diferente.

El sistema de la creacion antegenesiaca, es pues de todo punto incompatible con todos los hechos de la observacion positiva; no explica nada de lo que pretende explicar, está ademas en contradiccion con el texto sagrado que pretende apoyar. Es pues, nulo, bajo todos conceptos.

Viendo asi sucederse todos los sistemas unos á otros en el ensayo de todas las hipótesis imaginables, sin poder llegar á establecer nada satisfactorio para la ciencia, ni de acuerdo con la Escritura, no se puede menos de sacar la consecuencia de que lo que tantas hipótesis demuestran por su impotencia es, que siendo los dogmas revelados verdades absolutas, no pueden tener nada de comun con sistemas sin base y que quisieran explicarlos á su manera.

El absoluto es todo uno; no se le puede dividir, ni aceptar en parte para desechar el resto; dividir la verdad absoluta, es negarla; el dogma de la creacion es una de estas verdades; es preciso aceptarla tal como está revelada ó desecharla; no hay concordancia media posible, ni se puede transigir. Esta consecuencia nos parece históricamente demostrada. El texto de Moisés que nos revela este dogma, no tiene realmente gran relacion con los detalles de los hechos y de los fenómenos geológicos, como esperamos probarlo; ¿cómo es, pues, que tantos escritores católicos se hayan engañado hasta el punto de querer buscar un acuerdo entre el texto sagrado y los varios sistemas que se han sucedido? Si hubieran buscado este acuerdo entre el texto divino y la ciencia general de los seres, y por consiguiente la geologia positiva en sus relaciones con las demás ciencias y las leyes armónicas de los seres, este acuerdo le hubieran encontrado, porque debe existir, supuesto que las ciencias positivas concebidas en su verdadera naturaleza son verdades, y que el texto es tambien verdad. Pero las ciencias asi concebidas, son demostrables y no simples hipótesis. Ahora bien, siempre se acepta fácilmente una hipótesis, seduce á la imaginacion, mientras que para llegar á la ciencia es preciso un trabajo largo y muchas veces penoso, y la mayor parte de los hombres prefieren aceptar un trabajo del todo hecho que emprenderlo: quieren mejor tambien aceptarle en confianza, que verificarle por un exámen que les seria ademas muchas veces imposible hacer. Por esto hay tantos hombres que juran sobre la palabra del maestro; y tal es tambien una de las principales causas del error de los escritores católicos en las cuestiones científicas en su relacion con el dogma cristiano. Hasta la época de la reforma, el texto de los primeros capítulos del Génesis se habia entendido siempre en la Iglesia en el sentido mas literal y rigoroso, como que enseñaba de una manera clara y precisa la creacion del mundo y de todos los seres que encierra por la palabra omnipotente de Dios; todos los Padres y los teólogos habian leido en él que Dios no solo habia creado sino tambien coordinado el conjunto y los detalles; todos habian visto en los seis dias, dias naturales como los expresa Moisés.

Asi, pues, en el seno de la reforma, fue donde algunos teólogos naturalistas del siglo XVII, partiendo del principio de la independencia dogmática de la razon, empezaron á emitir una nueva interpretacion del texto de Moisés; no quisieron ver en la creacion, tal como él la refiere, mas que las causas y los agentes naturales organizando todos los seres y coordinando el conjunto armónico del universo. La geologia empezaba á manifestarse, y en la confusion de sus principios se prestó fácilmente á todo lo que quisieron hacerla decir. Esta tendencia pasó al filosofismo del último siglo que aun fue mas lejos; algunos teólogos aceptaron el apoyo científico en apariencia que les ofrecian los teólogos naturalistas de la reforma; en sus escritos y en sus discursos hicieron concesiones cuyo alcance no comprendieron porque no habian estudiado las ciencias de los seres físicos y ademas la direccion de estas les era en gran parte hostil. En lugar de estudiar las ciencias por sí mismas, se creyeron muy afortunados en poderse aprovechar de lo que se llamaban concesiones forzosas de la ciencia.

Pasada la revolucion de Francia, apareció un hombre colocado á igual altura en la ciencia y en la política, y que tenia apoyadas las riendas de la primera sobre el timon de la segunda; y por esto reasumió Cuvier en sí y en torno de su persona todo el brillo y todo el valor de la opinion científica de entonces. El le empleó en dar á la ciencia de los seres naturales un impulso de que se le debe rendir homenaje. Si participó en la ciencia misma del estado de oscilacion de su siglo, sufria la ley que sufre todo hombre en una época cualquiera; querer negarlo es negar la historia del espíritu humano despojado de su verdadera naturaleza de hombre al que se pretendiera elevar por tal negacion.

Bajo la influencia de tal época, es como el talento de Cuvier abordó la geologia, y no queremos repetir la manera cómo la consideró. Pero una cosa importante de notar aquí es, que acepta á sabiendas ó inadvertidamente la direccion de los Woodward, y de los Deluc, de los teólogos naturalistas de la reforma, tratando de ponerla en armonía con la tendencia de su época; esto era siempre sufrir la ley del movimiento del espíritu humano. Desde entonces algunas frases salidas de su pluma se hicieron autoridades imponentes con que se hallaron muy satisfechos los teólogos, que como el siglo, oscilaban tambien y no tenian lugar de profundizar. Asi es como en el *discurso preliminar de sus investigaciones sobre las osamentas fósiles de los cuadrúpedos*, Cuvier se expresa: «Yo creo pues con Deluc y Dolomieu, que, si hay alguna cosa de constante en geologia es, que la superficie de nuestro globo ha sido víctima de una grande y repentina revolucion, cuya época no puede remontarse mas allá de cinco ó seis mil años.» Esta conclusion, repetida en la cátedra cristiana, en San Sulpicio, por el ilustre creador de las conferencias, Frayssinous, en un discurso por otra parte sólido y notable sobre el diluvio, y que despues se ha repetido en un sin número de colecciones y compilaciones, ha conciliado á Cuvier la primera confianza de los teólogos.

En el mismo discurso Frayssinous reasume todo el sistema geológico de Cuvier en estos términos: «Si se considera cada uno de los dias de la creacion como una época indeterminada, ¿quien puede saber las variaciones, las modificaciones que la tierra ha experimentado en estos primeros tiempos?» Estas expresiones dudosas no prejuzgan nada, es verdad; pero las inteligencias de segundo y de tercer órden aceptan tales cosas como verdades en adelante incontestables porque estan apoyadas por la autoridad de dos nombres ilustres como los de Frayssinous y Cuvier; y esto es lo que sucedió; el sistema de los períodos indeterminados se hizo dogma de todos los periódicos y de todas las revistas llamadas católicas, que explotaron mucho tiempo como una mina fecunda; de allí pasó á las obras de escritores católicos, animados de excelentes intenciones; entonces pulularon á porfia periódicos, revistas y libros para tributar culto al nuevo sistema; cada cual sobre aquella base ejercitó su imaginacion en torturar el texto de Moisés para en-

contrar en él lo que no tiene, y asir algunos trozos de hechos geológicos para corroborar la armonía maravillosa de las *Seis épocas* de Moisés con las capas del globo. Cada nueva impresion, cada nuevo fósil que se encontraba en las hiladas del suelo, era una demostracion que hacia estremecerse de alegría y pasmaba á todos estos celosos defensores de la revelacion, que bajaban en espíritu á las profundidades del suelo para contemplar en ellas las diversas hiladas de que no tenian la mas ligera nocion, y para contar los fósiles sin saber lo que eran. La mayor parte de aquellos autores de artículos y de libros no tenian nocion alguna de las ciencias naturales, no habian leido tampoco muchas veces las obras cuyas doctrinas abrazaban ó las habian leido sin poderlas comprender. Se debe admirar sin embargo, encontrar en casi todos estos escritos, los principios científicos mas deplorables aceptados como verdades, tales como por ejemplo, el principio panteista materialista de la transformacion de las especies animales y vegetales; principio que niega directamente la creacion de las especies y cuya consecuencia rigorosa hace nacer la especie humana de una ostra ó de una esponja, pasando por el mono. Seriamos demasiado prolijos si quisieramos examinar todos los errores de este género cometidos por hombres cuya falta ha sido escribir sobre materias que no habian estudiado. Sin embargo, sus obras han recibido algunas veces la sancion de autoridades demasiado respetables para comprometerse asi; han sido y son aun acogidas del público crédulo y desgraciadamente del clero laborioso, que pierde en leerlas un tiempo que seria mejor consagrado al estudio de la ciencia asi disfrazada. Ademas estos escritos han invadido el dominio de la enseñanza y sus doctrinas estan contenidas en obras especiales de teologia escolástica.

Pero no se han contentado con disfrazar asi la ciencia y torturar el texto sagrado; se han buscado apoyos en los padres de la Iglesia, como si pudiesen ser jueces de una doctrina y de una ciencia que no han conocido jamás ni podido conocer puesto que no habian nacido. A su pesar se ha hecho hablar á los Padres en quienes se han podido sorprender algunas expresiones vagas hábilmente desviadas de su verdadero sentido. Asi es como habiendo dicho San Agustin que la naturaleza de los seis dias era difícil de comprender, que no habian sido, como en nuestros dias, medidos por el movimiento del sol, no se ha preguntado mas; no se han querido ni aun acabar las frases en que se habria visto que San Agustin profesaba formalmente que toda la creacion habia sido hecha al mismo tiempo, y que debian entenderse místicamente los dias de los grados del conocimiento angélico. A pesar de esto, el sistema de la creacion por épocas indeterminadas ha debido segun estos escritores reconocer por primer apoyo la imponente autoridad de San Agustin que enseña todo lo contrario.

Es preciso pues reconocer, puesto que se halla históricamente probado, que este sistema de interpretacion geológica del Génesis, renovado del panteismo antiguo y de las cosmogonias paganas, ha nacido de la independencia dogmática de la razon en el seno de la reforma; este es el primer punto de partida del naturalismo y del nitismo aleman, y los escritores cuya historia acabamos de exponer, no han hecho lógicamente mas que trabajar en el mismo sentido.

Sin embargo, el fervor de tal proselitismo ha sido llevado tan lejos, que se ha tratado de impio á quien ha defendido el sentido literal del texto de Moisés. Es verdad que las primeras reclamaciones no partieron del clero. Algunas publicaciones demostraron con vigor que tal direccion era contraria á la filologia, á la gramática, que hacia del texto de Moisés un despropósito; que destruia su carácter inspirado etc. Letronne hábil crítico, fue entre otros uno de los primeros en demostrar todas estas inconsecuencias, es verdad, como el mismo confiesa, que se le escaparon algunas palabras malsonantes sobre las cuales se echó sin considerarlo el valor del fondo. La escuela propagadora sin saberlo, de la exegesis, redobló esfuerzos para defender su ídolo; se clamó impiedad, porque no se tuvo en cuenta mas que el orígen de donde partia la crítica, y no se apreciaron las razones y el valor del fondo.

CAPITULO V.

En el punto á que hemos llegado de la historia de la geologia, tendriamos que escribir volúmenes, si hubieramos de hablar de todas las obras especiales, generales ó elementales que se han publicado en los últimos tiempos, sobre las cuestiones geológicas. Pero se ha debido comprender que no hacemos la historia de los libros y de los autores, sino la de los progresos de la geologia en sus relaciones con la interpretacion de la Escritura. En este caso no hemos debido detenernos sino con aquellos hombres que resúmen un progreso de la ciencia, con los gefes de escuela, y con las tendencias que importaba consignar y caracterizar. Por esto no hablaremos de muchas obras, notables bajo mas de un aspecto, publicadas en varios paises últimamente; asi no tenemos que estudiar mas que una escuela, la escuela positiva mas especialmente representa en Francia por Constante Prevost en Geologia y por Blainville en Paleontologia.

Un gran número de nombres ilustres vienen á agregarse al de Prevost en diferentes paises; entre ellos puede citarse Lejell en Inglaterra que ha publicado mas que Prevost, pero que le reconoce por su maestro; Boué en Francia observador infatigable que entre todos los modernos ha sido el que mejor ha visto, porque se ha despojado de todo espíritu de sistema y se ha ocupado de la ciencia por ella sola.

Constante Prevost ha profesado, ha formado discípulos que han seguido su direccion, en una palabra, es gefe de la escuela geológica actual, que trata de explicar los efectos antiguos por las causas actuales, lo conocido por lo desconocido.

Los trabajos mas importantes de Prevost son: 1.° sus cursos, cuya doctrina ha pasado á un gran número de publicaciones á sus discípulos; 2.° ha publicado *Documentos para la historia de los terrenos terciarios*; son disertaciones geológicas leidas en la Academia de ciencias el 18 de junio y el 2 de julio de 1827; ha agregado á ellas varias amplicaciones; 3.° diferentes memorias para la Academia, entre otras una que reasume en parte su doctrina leida el 14 de abril de 1845; 4.° varios artículos en los diccionarios y en las enciclopedias, entre otros los artículos *Formacion*, *Fósiles*, donde traza las reglas de la nomenclatura geológica en relacion con los principios y las causas naturales; 5.° casi no hay puntos en la geologia sobre los cuales no haya Prevost hecho algun adelanto.

Debemos, pues, ver en Prevost el continuador de la geologia en la via positiva en que Buffon en su teoría de la tierra y Pallas la habian introducido, y en que Lametherie, Lamarck y otros varios la han continuado. Hé aquí el encadenamiento lógico del progreso; asi desde sus primeros trabajos Prevost se encontró por su direccion misma en oposicion con la escuela de Cuvier; sus *Documentos para la historia de los terrenos terciarios* no son mas que una refutacion sólida del sistema de las irrupciones reiteradas del mar.

Por la afirmacion de sabios distinguidos, el vulgo

habia admitido que los paises habitados hoy, han sido varias veces invadidos y abandonados por los mares, y habitados por diferentes generaciones de animales, destruidos sucesivamente por cada revolucion de los mares. Este sistema estaba apoyado en la apreciacion del suelo parisien.

Pero fundándose en un mayor número de hechos observados no solo en las cercanías de París, sino en otros puntos de Francia, en Alemania y en Inglaterra, Prevost refuta semejante sistema, en oposicion, como dice muy bien y como lo habia dicho Lametherie, con las leyes generales de la física.

Lamarck habia establecido el principio de la distincion de las conchas de agua dulce y de las conchas marinas, aplicado á la geología. Este principio fecundado por la observacion, ha conducido el estudio mas detenido de los fósiles á reconocer tres modos de formacion en las rocas de sedimento que Prevost caracteriza asi:

1.° Los depósitos esencialmente marinos ó pelagianos, que no contienen mas que restos de animales marinos;

2.° Los depósitos de agua dulce ó lacustrales que no contienen mas que conchas de agua dulce, animales y plantas terrestres ó de agua dulce; la caliza margosa de Auvernia, las piedras molares de las cercanías de París, y las margas compactas de Escocia;

3.° Los depósitos mixtos que presentan mezclas de moluscos marinos y de agua dulce, de vegetales y de animales terrestres, etc., y cuyos caracteres mineralógicos no son exclusivamente ni los de los sedimentos lacustrales propiamente dichos, ni los de los depósitos esencialmente marinos. Estos depósitos mixtos son algunas veces una amalgama de sedimentos diferentes, precipitados al mismo tiempo por aguas de naturaleza diferente confundidas en una misma cuenca. Tales son las arcillas, las arenas, las margas, los pedernales, ciertas calizas compactas, la caliza de Sergy, el yeso de la Hutte-au-Garde.

Tambien son terraplenes depositados por las aguas de los rios, ya sea en su embocadura, ya en el fondo mas ó menos distante del mar; tales como son casi todos los terrenos de hulla y de lignito, la mayor parte de las capas arcillosas que sostienen la caliza oólitica, ó la dividen en varios sistemas en ciertas localidades, el lias, la arcilla de Oxford, la del Cabo Heve, las arcillas plásticas, el yeso de osamentas, y las margas, arcillas y arenas de lignito que le preceden, le acompañan y se les sobreponen.

No se pueden oponer las conchas y huesos enteros y bien conservados para afirmar que han vivido en el sitio en que se encuentran y no han sido transportados; porque en primer lugar, entre los restos de las conchas los hay perfectamente enteros, y en segundo hay conchas terrestres muy enteras, asi como conchas marinas juntas, y unas y otras han sido necesariamente transportadas.

Sin embargo, la repeticion alternada de sedimentos marinos y de agua dulce en la cuenca de París, condujo á Cuvier y á Brongniart á explicar ese fenómeno por irrupciones y retiradas repetidas del mar, sobre un mismo punto, que habría sido sucesivamente inundado y habitado muchas veces. Este sistema fue ardientemente adoptado y sostenido por una escuela jóven; aplicado á todos los terrenos y generalizado de este modo, prevaleció como la única teoría admisible.

Sin embargo, Prevost demuestra que el estudio mismo de los terrenos de París no permite aceptar esta teoría: 1.° porque se encuentran en las mismas capas y á veces en un mismo ejemplar conchas marinas y de agua dulce con osamentas de mamíferos terrestres, mientras que en otras partes se encuentran al mismo nivel conchas exclusivamente marinas ó exclusivamente de agua dulce. Lo cual prueba que á un mismo nivel se formaban en los mismos lugares depósitos de agua dulce, al mismo tiempo que se depositaban sedimentos marinos.

2.° Los mismos depósitos mineralógicos contienen alternativamente fósiles marinos y fósiles de agua dulce, lo cual prueba que han sido depositados por una causa continua y que los fósiles alternaban á cortos intervalos.

3.° Los yacimientos y las analogías prueban que los fósiles terrestres y de agua dulce han sido acarreados y depositados en un ancho golfo en la embocadura de un gran rio por una corriente continental que alimentaban las altas regiones situadas al Este y Sudeste de París, y donde vivian las razas numerosas cuyos restos se encuentran hoy fósiles.

4.° La serie de los depósitos margosos, arcillosos, calizos y yesosos, presenta todos los caracteres de un transporte periódico y á veces intermitente.

5.° Prevost demuestra por el paso insensible de las capas marinas á las de agua dulce, por la oscilacion y union de las capas sobrepuestas, que los depósitos se han hecho sin interrupcion en una misma cuenca.

6.° La comparacion del suelo soisonés con el de París, demuestra la imposibilidad del sistema de irrupciones repetidas.

Finalmente, Prevost recorre los demás apoyos de este sistema, y demuestra, que ni los tallos verticales de vegetales terrestres en las hulleras, ni las rocas atravesadas por fólades, ni las osamentas de las cavernas, etc., pueden sostenerle.

De este importante trabajo de Prevost, resultan varias conclusiones que considera como bases de la geo logia zoológica y filosófica, tales son:

1.° *Los fósiles terrestres, como los fósiles de agua dulce y marinos, son los vestigios de los únicos cuerpos organizados, que por circunstancias locales han podido ser cubiertos en el seno de las aguas, por sedimentos.*

2.° *Que los fósiles terrestres no pueden dar mas que una idea aproximada de los animales y de las plantas que viven en el trayecto de las aguas continentales corrientes, ó en las orillas de los mares, y que no pueden hacernos conocer cómo estaban poblados el interior de los continentes, los puntos elevados y los montañas altas.*

3.° *Que los depósitos sucesivos han sido formados de una manera continua, periódica; á cortos intervalos y algunas veces intermitente.*

Estos son principios importantes para la geología positiva.

El *Ensayo* de Prevost, *sobre la formacion de los terrenos de las cercanías de París*, es un buen ejemplo de la aplicacion de las causas actuales á la teología de los efectos antiguos.

Pasemos á su memoria de 14 de abril de 1845, en la cual tratando de un punto importante, el sincronismo de los terrenos, se halla reasumida toda su doctrina.

«El sincronismo dice, y la distribucion de las formaciones ígneas y de las formaciones acuosas en dos lineas paralelas, se hallan en adelante fundados en las observaciones tan numerosas como ciertas de un gran número de geólogos.

«El estudio de los fenómenos actuales, y su aplicacion á la explicacion de los fenómenos antiguos, han acabado de demostrar como una verdad incontestable, la accion sincrónima de las dos principales causas plutónica y neptuniana desde los tiempos mas remotos.»

Haciendo abstraccion de la causa ígnea, se vé que depósitos sincrónicos de formacion neptuniana difieren por su naturaleza, su extension de los fósiles que contienen, segun que estos depósitos han sido producidos bajo las aguas dulces ó bajo las aguas marinas, y segun otras varias circunstancias secundarias. Por otra parte, se concibe que estos

depósitos, casi bajo todos los aspectos semejantes, pueden haber sido formados á intervalos de tiempo muy lejanos, ya sea en las aguas dulces ya en las aguas marinas etc.

Las formaciones terrestres y de agua dulce tienen necesariamente menos extension, constancia y por consiguiente importancia que las formaciones submarinas. En el mar mismo diferentes causas obran juntamente; manantiales calcaríferos y silicíferos, volcanes sumergidos producen en él efectos que tampoco tienen una gran generalidad, y que no presentan siempre caracteres marinos exclusivos.

Eliminando todos estos efectos restringidos, quedan los efectos de dos grandes causas por decirlo asi rivales, antagonistas que obran simultáneamente de una manera permanente, en las mismas cuencas marinas. Estos efectos de igual importancia se distinguen claramente cuando permanecen aislados; pero frecuentemente se confunden, se combinan, se enlazan, se suceden y alternan en los mismos puntos.

Estas dos grandes causas son: las aguas saladas del mar con los animales numerosos que las habitan; los millares de pólipos, de moluscos, de peces, que dejan despues de su muerte despojos sólidos á disposicion de las ondas, de las mareas, de las corrientes, de los huracanes que los transportan, los rompen, los trituran y los amontonan confusamente para formar con ellos grandes bancos pétreos.

Por otra parte, las aguas fluviátiles afluentes, que despues de haber lavado y surcado el suelo continental, vienen á desembocar con una abundancia y una velocidad periódicamente variables en las cuencas marinas, llevando á ellas por tributo, todo lo que han podido arrancar del suelo materias minerales, vegetales y animales que arrastran con violencia ó bien llevan ligeramente para depositarlas en las orillas, en su embocadura, y a veces muy lejos, en los abismos mas profundos, donde restos intactos de productos fluviátiles van á reunirse de este modo con los de los animales de los mares mas altos. No se ha reflexionado bastante cuando se ha dicho que las formaciones fluvio-marinas no eran mas que accidentes locales de embocadura ó de golfo; casi podria asegurarse sin paradoja que en ciertos mares rodeados de grandes continentes, las aguas dulces afluentes producen mas en el mar que las aguas marinas mismas.

El Mississipi y sus tributarios arrancan al continente que atraviesan mas materias sedimentarias y cuerpos organizados para llevarlos al mar, que las que se llevan las olas de este en todo el contorno de las dos Américas; y se sabe por ejemplos continuos que vegetales arrastrados por este rio, desde las riberas del Misuri al golfo de Méjico, van á encallar á las costas de Islandia y del Spitzberg.

Despues de haber reconocido la complicacion de los diferentes efectos producidos simultáneamente en los mares actuales, y haber establecido que en cada época anterior se han verificado asimismo efectos semejantes sincrónicamente; se podran distinguir las formaciones fluvio-marinas de las formaciones marinas exclusivas, de todos los tiempos, por los caracteres siguientes:

1.° *Formaciones fluvio-marinas.* Predominio de los sedimentos alternativamente arcillosos y arenáceos estratificados con regularidad, abundancia de vegetales terrestres, y por consecuencia de masas y bancos de carbon; presencia de animales fluviátiles ó terrestres asociados en las mismas capas á animales marinos. Se puede añadir que en las formaciones fluvio-marinas pelagianas, las arcillas predominan sobre el gres, que los fósiles estan bien conservados que estan aislados ó agrupados con órden por familias y por lechos, y que los fósiles marinos anuncian animales de alta mar; finalmente la ausencia casi absoluta de pólipos petrosos.

2.° *Formaciones marinas.* Predominio de rocas calizas compuestas de fragmentos mas ó menos finos, pero fáciles de reconocer, de conchas marinas, y sobre todo de numerosas madréporas, y con mayor razon, de los bancos de políperos formados allí mismo. La rareza y el aislamiento de restos vegetales, entonces casi siempre redondeados de esqueletos enteros, el amontonamiento sin órden de conchas univalvas y bivalvas, litorales y pelagianas, la desunion de las valvas, la mezcla con guijarros etc., pueden darse como caracteres complementarios.

El sincronismo es, pues, para el estudio del suelo y para el de la historia de la tierra, un principio fundamental que debe ser tomado en primera y atenta consideracion, porque hay sincronismo en los fenómenos, en los sucesos como en los productos; se encuentra sincronismo en los grandes hechos como en los menores detalles.

El sincronismo, que es la contemporaneidad de causas diferentes obrando simultáneamente, parece tanto mas difícil de admitir desde un principio en geologia, cuanto los efectos de estas causas aparecen en todos puntos, en un órden sucesivo ó alternado; asi se ha tachado ya el sincronismo de hipótesis ingeniosa, pero que se encuentra en contradiccion con los hechos, ó como se dice, contrario á la evidencia.

Sin embargo, es imposible negar que hay todavía actualmente sincronismo de formaciones, de rocas, de minerales; que hay actualmente y que habrá necesariamente hasta el fin sincronismo de existencia entre los seres organizados de todas las clases, de todos los órdenes, de todas las especies; entre los vegetales y los animales; entre los destinados á vivir en las tierras ó en las aguas dulces, ó en los mares, sobre las riberas, ó en las profundidades, etc. Por consiguiente, si como es cierto, circunstancias análogas á aquellas de que somos testigos han existido en épocas anteriores, los seres convertidos en fósiles al mismo tiempo no han podido ser los mismos en todas partes; y ademas, seres semejantes han debido ser sepultados en épocas muy diferentes.

Resulta de estas últimas consideraciones, que si los cuerpos organizados fósiles pueden servir para caracterizar las formaciones que dependen de las circunstancias en que han sido producidos, se hace preciso que estos mismos fósiles puedan servir tan seguramente para caracterizar los terrenos que representan la sucesion de los tiempos y por consiguiente los cambios sucesivos de las circunstancias.

Los datos suministrados por los fósiles, para la historia de la tierra y de las diversas fases porque ha pasado, son sin duda muy preciosos; pero es necesaria gran prudencia para servirse de ellos con éxito, y sobre todo para no deducir consecuencias tales como las que muchos paleontólogos dan cada dia como verdades deducidas de los hechos, y que en el mundo se aceptan como tales, á pesar de su inverosimilitud por no decir mas; ¿se puede, por ejemplo, admitir que las tierras y los mares han sido habitadas al mismo tiempo por las mismas especies, porque se consideren *á priori* como de la misma edad los depósitos que contienen los mismos fósiles, mientras que es mucho mas probable que las mismas especies han habitado sucesivamente lugares diferentes; que ha habido mudanzas, emigraciones, deserciones y aun cambios por efecto de los numerosos cambios de forma que la superficie de la tierra ha experimentado etc.? Nada conduce en buena geologia y sana lógica, á admitir que creaciones enteras han sido súbitamente destruidas por cataclismos universales, despues de cuyos efectos nuevas creaciones habrian milagrosamente reemplazado á las primeras y esto, no cuatro ó cinco veces, sino cien veces y mas si se quisiera ser consecuente con las apariencias.

Nada anuncia tampoco en otra hipótesis que cuadra

mal con la primera, que la organizacion, primeramente sencilla y rudimentaria, hubiese ido perfeccionándose por efecto de cambios sucesivos ó repentinos ocurridos en la naturaleza de los medios ambientes, etc.

Todo parece demostrar, por el contrario, al geólogo observador, que los seres vivos ó fósiles, los mas nuevos como los mas antiguos, pertenecen á un grande y mismo plan de organizacion concebido en su conjunto, y no ejecutado trozo á trozo, y por decirlo asi, siguiendo circunstancias casuales ó necesidades del momento.

Se puede afirmar, que cuando las rocas mas antiguas, en que distinguimos los primeros vestigios de cuerpos organizados, han sido formadas, el globo terrestre y su superficie se hallaban ya en condiciones casi análogas á las que les rodean hoy; que los vegetales y los animales fósiles que han cesado de existir, no diferian por su organizacion de los vegetales y de los animales aun vivos, y que los seres que sobrevivieron pudieron acomodarse al estado exterior de la tierra en la época de los terrenos primarios superiores. ¿Hay en efecto, fisológica y zoológicamente hablando, mas diferencias entre los animales que se han hecho fósiles y los que les han sobrevivido, que entre las especies de América, de Europa y de Nueva-Holanda?

«Hay sin duda un hecho que resulta de las observaciones geológicas y del estudio cronológico de los terrenos conocidos, y es, que las especies vegetales y animales perdidas no existian aun; que hay una especie de paso entre las faunas y las floras de los períodos sucesivos hasta el nuestro; pero este paso demuestra cambio sucesivo en las condiciones y los centros de existencia ó habitaciones, y de ninguna manera destrucciones y creaciones nuevas. Esta es en el tiempo una diferencia del género de la que presenta en el espacio la distribucion geográfica actual de los seres organizados. El geólogo y el zoólogo pueden hallarse en la misma impotencia de explicar todas estas diferencias: ¿por qué no hay camellos y dromedarios en la América? ¿por qué no hay llamas y vicuñas en Africa? ¿por qué los monos del nuevo continente se diferencian genéricamente de los del antiguo? ¿por qué hay especies particulares de *felis*, en unas partes leones, en otras jaguares, etc.?

»Si estos no son misterios impenetrables para la razon humana, parece que antes de tratar de descubrirlos, es indispensable aprender á no confundir los caracteres debidos á la esencia íntima de las cosas, con los que les han sido impresos, ya por su orígen, ya por su época.»

Está, pues, probado por Prevost: 1.° que hay sincronismo entre las formaciones neptunianas, ya sean marinas, y de agua dulce, entre las formaciones pelagianas y fluviátiles; que ademas hay mezcla y alteracion entre las formaciones marinas y fluviátiles contemporáneas; que es preciso por consiguiente distinguir entre las formaciones puramente marinas y las formaciones puramente de agua dulce; entre las formaciones pelagianas ó de plena mar y las formaciones de embocadura ó fluvio-marinas, llamadas tambien mixtas.

2.° Que hay sincronismo entre las formaciones y las causas ígneas y neptunianas; que estas dos causas obran sincrónicamente, reuniendo sus esfuerzos en los mares y separadamente.

3.° Que los fósiles pueden muy bien servir para caracterizar las formaciones y sus circunstancias, pero de ningun modo para fijar la cronología de los terrenos; porque ha habido en todos tiempos sincronismo de existencia entre los seres organizados terrestres de agua dulce y marinos, y por consiguiente sincronismo de fosilizacion; que la sucesion de los fósiles en los terrenos, marca la sucesion de habitacion por los cambios del suelo y de las circunstancias y de ningun modo la sucesion de creaciones; que no ha habido mas que una creacion como no hay mas que un solo plan de organizacion para los fósiles y los seres aun existentes.

4.° Finalmente que el estado del globo en la época de los primeros fósiles no se diferenciaba esencialmente de su estado actual; es decir, que siempre ha habido mares y continentes, lagos y grandes rios, y que aun los efectos de estos últimos son en todas las épocas tan poderosos, sino mas, que los del mar propiamente dichos.

Prevost se ha ocupado tambien detenidamente de la causa ígnea; ha demostrado que los conos de los volcanes no se formaban por alzamientos sino por acumulacion de lavas; ha hecho comprender mejor los efectos de los volcanes sub-marinos y terrestres; ha demostrado con Buffon y tantos otros, que el foco de la erupcion estaba mas cerca de la superficie que del fondo: ha aplicado los fenómenos de los volcanes submarinos que ha podido observar de cerca á la explicacion de varios hechos geológicos. Ha sostenido la tesis de las dislocaciones por hundimiento del suelo contra la tesis de la formacion de las montañas por alzamiento; cuestion de que hemos hablado que no queremos repetir.

Finalmente Prevost ha introducido en geologia una nomenclatura simple y tanto mas verdadera, cuanto que se halla en relacion con los hechos y los fenómenos. Asi es que ha definido y denominado las rocas por la naturaleza de los materiales semejantes ó diferentes que las constituyen; ha limitado el nombre de *formacion* á designar el orígen, las causas y las circunstancias de las reuniones de rocas; el nombre de *terreno* á designar la edad relativa de los grupos de formaciones ó de rocas.

Asi es como la geologia ha entrado definitivamente en la vía positiva, por donde es actualmente impelida en toda Europa, á pesar de algunas resistencias del espíritu de hipótesis.

Sin embargo, hay todavía un último progreso de que tenemos que decir una palabra; es el conocimiento y la observacion de los fenómenos conocidos con el nombre de metamorfismo, por el cual se designan las modificaciones diversas que la causa ígnea ha hecho sufrir á las formaciones neptunianas despues de su depósito. Este último progreso se debe á los esfuerzos reunidos de varios observadores, primero Buch y despues Boué, Beaumont, Duffrenoy, etc.

Buch en un principio fue conducido por sus observaciones á considerar á las dolomias, sulfatos dobles de cal y de magnesia, como calizas modificadas por el calor, y en cuyos poros se habia introducido la magnesia sublimada. Otros geólogos aplicaron despues esta opinion atrevida á otras varias clases de rocas; la observacion confirmó que en la inmediacion de las rocas ígneas los depósitos sedimentosos parecen haber sufrido alteraciones. Asi se observa que bancos de creta ó de caliza compacta toman una estructura sacaroidea ó laminar al aproximarse á los basaltos, y la hulla se transforma en una especie de coke, de donde se han atribuido estas propiedades á la influencia del calor comunicado por los basaltos.

Tambien se han atribuido á la accion de la causa ígnea combinada con las afinidades químicas, los minerales abundantes, diseminados en las rocas calcáreas esquistosas y cuarzosas de las montañas en capas inclinadas, mientras que son raras en las mismas capas horizontales y planas.

Se admite asimismo que este juego de las afinidades determinado por el calor no se ha limitado á dar orígen á cristales diseminados, sino que la transformacion se ha extendido á masas enteras, y grandes depósitos de psamnitas ó de esquistos, por ejemplo, se han convertido en micasquistos y gneiss.

En este caso los mármoles sacaroideos de los Pirineos, de los Alpes, de Carrara, de Paros, etc., se han considerado como calizas modificadas por la causa ígnea; contienen, en efecto, fósiles marinos, y son la continuacion de otras calizas de fósiles.

Se observan granitos sobrepuestos á las calizas jurásicas en los Alpes, y se han modelado sobre los contornos ondulados de la superficie de estas calizas. Se han citado en el Norte de Europa granitos no solamente sobrepuestos á capas fosilíferas, sino tambien intercalados en estas y aun envolviendo fragmentos. En los Pirineos se hallan masas granitoideas intercaladas en las capas calizas.

Ahora bien, en todos estos casos la caliza se ha vuelto cristalina al contacto y bajo la influencia de las rocas graníticas que fueron, segun se cree, impelidas de abajo arriba en un estado de blandura ó de fusion ígnea, despues de la formacion de las calizas.

Todas las calizas, aun las calizas groseras, han podido ser modificadas de este modo y existen ejemplos; la modificacion se ha operado no solamente sobre la sustancia de las calizas ya de una manera ya de otra, cambiando la testura, modificando la composicion por la cristalizacion de los elementos descompuestos, ó introduciendo nuevas sustancias cristalinas, sino que tambien se ha operado sobre los restos de los cuerpos organizados encerrados en estas calizas.

No solamente los granitos sino tambien las sienitas las protoginas, y la mayor parte de las rocas ígneas, han modificado asi las calizas por sus eyecciones posteriores á los depósitos sedimentosos.

Los experimentos de Hall, que por medio del calor y una presion suficiente, ha conseguido convertir la creta pulverulenta en caliza cristalina, vienen á confirmar las observaciones geológicas y acabar de probar: 1.° que la cristalizacion de un gran número de calizas es un hecho que acompaña á todas las erupciones ígneas; 2.° que la densidad y la blancura de las calizas granugientas son efectos del calor y de la presion á que han estado sometidas. En fin, la presencia de minerales accidentales en las masas calizas seria debida á una descomposicion química, ó en la mayor parte de los casos, á sublimaciones emanadas de la roca ígnea misma.

Los yesos deben ser considerados como uno de los productos mas notables del metamorfismo, puesto que su formacion, que se debe atribuir á dos causas muy diferentes, depende ya de la accion de los vapores ó de las aguas sulfurosas sobre capas calizas, ya de las de ácidos sulfúricos sobre el carbonato de cal disuelto en las aguas de los mares y de los lagos.

Apenas se conocen yesos debidos á una precipitacion química como no sea en los terrenos terciarios y quizá en el trias; á este grupo se deben referir los de Aix y de Montmartre; varios manantiales sulfurosos termales, surgieron en los lagos de las cuencas de Aix y de París, cuyas aguas tenian en disolucion carbonatos de cal. El ácido sulfúrico desalojó al ácido carbónico, y formó un sulfato de cal, en el cual se conservaron los restos organizados, que no hubieran podido serlo por los otros modos de formacion.

Los yesos de los terrenos secundarios parecen debidos á la accion metamórfica de las rocas ígneas que estan á su inmediacion, y que habrian cambiado los carbonatos en sulfatos de cal.

Algunas belemnitas de los terrenos jurásicos, encontradas en medio de verdaderos micasquistos, han parecido probar el metamorfismo de estas rocas. Desde entonces se han podido considerar la mayor parte de las rocas esquistosas, tales como los gneiss, los micasquistos, los steasquistos, como depósitos acuosos modificados, ya por la accion de los fuegos subterráneos ya por la accion de las rocas eruptivas.

Al presente, dice Boué, se sabe que el suelo primario contiene algunas veces fósiles, y que las petrificaciones de la serie de los terrenos intermediarios y secundarios no presentan de arriba abajo esta progresion decreciente en géneros, en familias y en órdenes, que Werner y sus continuadores habian imaginado.

Se ha reconocido finalmente que todas las rocas cristalinas macizas son debidas á erupciones ígneas que han podido verificarse y se han verificado en todas épocas; los esquistos cristalinos de transicion no son sino rocas intermediarias modificadas por la inmediacion de las masas plutónicas ó por acciones volcánicas. Se ha descubierto que varias capas secundarias medias habian sufrido algunas veces modificaciones análogas, y que uno de estos terrenos medio sedimentario, medio esquistoso cristalino, y descrito como intermediario, no era mas que un ejemplo de este último género. Hay asimismo esquistos cristalinos intermediarios (gneiss, micasquistos, etc.), en capas secundarias recientes, y alternando positivamente con rocas en que las conchas han sido poco ó nada alteradas.

En su *Turquía de Europa*, Boué confirma por un gran número de hechos la transmutacion ígnea de los depósitos neptunianos en esquistos cristalinos.

El sincronismo de las formaciones y el metamorfismo reunidos, han venido definitivamente á trastornar las clasificaciones artificiales de las formaciones y de los terrenos que fueron sin embargo un progreso debido á Werner; por estos dos órdenes de hechos, está hoy demostrado que las formaciones geológicas en sus sobreposiciones, son todas locales, y que no hay ninguna general que las comprenda todas. Porque como ha afirmado Link, hablando de las cinco divisiones admitidas en los terrenos secundarios, «se imaginan comunmente estas cinco divisiones como sobrepuestas unas á otras con mucho órden, y como si se sucediesen con regularidad en la superficie del globo. Esta idea fue introducida por la necesidad de sistematizacion mineralógica de la escuela de Werner. Se dedujo de ella que estas diversas sobreposiciones se habian formado sucesivamente de tal manera que el depósito de la primera formacion estaba terminado cuando el depósito de la segunda empezó, y asi sucesivamente. Pero no hay prueba alguna que pueda apoyar esta hipótesis. En ninguna parte se han podido observar estas cinco pretendidas divisiones, admitidas por todos los geólogos en una sola y misma localidad y sobrepuestas regularmente unas á otras, de manera que se pueda reconocer la edad relativa de cada una de ellas, é indicarla con precision. Esta clasificacion metódica no ha podido ser sino la consecuencia de muchas investigaciones y de una observacion muy profunda. Se han hecho grandes esfuerzos para encontrar algunas localidades en que las dos formaciones se hallasen sobrepuestas regularmente, sin pensar que la capa superior en esta localidad podia haber sido en otras contemporánea de la capa inferior.

Desde que está demostrado por el sincronismo y el metamorfismo reunidos: 1.° que las diversas formaciones han tenido por causas y por orígen las varias circunstancias locales del suelo, de las aguas y de los seres que las habitaban, que en localidades muy apartadas, las mismas circunstancias y los mismos fenómenos han podido reproducirse; 2.° que en todas las formaciones y en todos puntos, y en todo tiempo, el metamorfismo cuando sus causas han existido, ha podido producir sus modificaciones etc., evidentemente no hay que estudiar mas que localidades por lo general independientes, sin poder deducir nada respecto á su antigüedad ni á su contemporaneidad; estas dos conclusiones no pueden aplicarse enteramente sino á las formaciones de una misma cuenca; asi cae el último apoyo de los largos períodos de tiempo, los cálculos de millares de años, de que la geologia no puede ni debe ocuparse.

Por este medio se demuestra tambien geológica é históricamente, que la geologia es la historia de las ruinas y la descomposicion de la tierra creada originariamente; descomposicion y ruinas que se verifican siguiendo las leyes y circunstancias mas variables en su número, su intensidad y su dureza y todas locales, por lo cual no hay sistematizacion general posible en geologia, ni por consiguiente conclusiones verdaderamente lógicas, que las ciencias morales, como se habia creido equivocadamente, puedan tener.

Un último progreso para la solucion de las cuestiones geológicas, es el que resulta de los trabajos zoológicos de Blainville. Y debia ser asi, puesto que en efecto los animales fósiles son los que han dado lugar á todos los problemas de la geologia; es claro que la zoologia debia decidir sobre la organizacion, las costumbres y hábitos de los fósiles deducidas de su organizacion misma, y por consiguiente determinar las circunstancias y los medios en que estos seres han debido vivir, lo cual se halla, en efecto, en relacion directa con las costumbres y con la organizacion; finalmente, la zoologia debia indicar la identidad, la analogía, la diferencia ó semejanza de los fósiles y de los animales aun vivos; ahora bien, todas estas soluciones son necesarias al geólogo, para que pueda sacar alguna conclusion de la presencia de los fósiles en tal ó tal capa de la corteza del globo, y por consecuencia determinar el orígen y las circunstancias de formacion de estas capas.

Pero para que la zoologia misma pueda ofrecer datos tan importantes, era necesario que fuera sistematizada con arreglo á principios rigorosos y lógicos, en una palabra, que se convirtiera en una ciencia de demostracion. Ahora bien, por no haber llegado aun á este término, han podido los geólogos dejarse arrastrar á tantos sistemas diversos y opuestos, fundados en la presencia en diferentes terrenos, de restos de animales mal estudiados, mal conocidos, mal juzgados, y mal clasificados, porque no tenian principios fijos.

Sin embargo, no era culpa suya; porque la zoologia no podia realmente pasar al estado de demostracion, sino en estos últimos tiempos; cuando los progresos sucesivos, habiendo estudiado suficientemente todas las partes de la ciencia, han podido permitir deducir de ella la gran ley de la subordinacion de los caracteres y por medio de esta demostrar la serie animal, para llegar por último á la especificacion; lo cual era, en otros términos, probar el órden y el plan de la creacion de los animales.

Ahora bien, esta gran demostracion, intentada antes de Blainville, no ha podido hacerse sino por él, y en su época, por las razones que acabamos de indicar. En su consecuencia, la necesidad de la geologia no podia satisfacerse mas pronto, y sus errores no deben causarnos admiracion; hé ahí la razon al mismo tiempo que una nueva prueba que puede añadirse á la tesis de Blainville; tesis que demuestra la influencia recíproca y lógica de las diferentes ramas de los conocimientos humanos unos sobre otros para llegar á constituir la filosofía.

En las explicaciones dadas desde 1808 hasta el presente, es donde Blainville ha elaborado y ejecutado especialmente este gran progreso. No nos detendremos á enumerar aquí sus abundantes trabajos tanto generales como especiales, indicaremos solamente su curso de 1845 á 46, de los principios de la zoologia aplicados á la geologia, y su *Osteografia de las cinco clases de animales vertebrados recientes y fósiles para servir de base á la zoologia y á la geologia*, obra monumental, cuya conclusion impidió la muerte lamentable de su autor.

Todos los trabajos de Blainville, como igualmente toda la ciencia de los animales y todas las cuestiones que nos ocupan en este momento, se resúmen en la grande y bella demostracion de la serie animal. Expondremos aquí algunas de las consecuencias de esta demostracion.

1.° Blainville ha probado que la serie animal se compone de los animales vivos y fósiles; que los fósiles vienen á llenar vacíos y á unir entre sí los eslabones de la serie viva; que por consiguiente, los fósiles pertenecen á la misma concepcion, al mismo plan de organizacion animal que los seres aun existentes.

2.° Ha demostrado que esta serie, asi concebida y completa, era armónica con las leyes, los otros seres, las circunstancias, y los medios del mundo actual; de donde se sigue que los fósiles pertenecen como los animales vivos á la sola y única creacion armónica del mundo actual; y que su desaparicion, que se continua siempre, no es mas que accidental y una consecuencia de los cambios diferentes que se verifican de continuo en las circunstancias, los medios y las condiciones de existencia.

Asi pues, tanto por haberse convertido la zoologia en ciencia de demostracion, como por los hechos geológicos mejor estudiados, caen definitivamente todas las hipótesis, todos los sistemas de creacion anterior á los seis dias del Génesis, de creaciones y de destrucciones sucesivas y á largos intervalos, correspondientes á los dias mosáicos de que se ha querido hacer épocas intermediarias.

Pero la demostracion de la serie animal ha debido conducir á Blainville á la grave cuestion de la existencia y de la demostracion de las especies en animales; se en efecto, en la especificacion donde reposa la serie animal, y de ella se desprende la solucion de la mayor parte de los problemas de paleontologia. Asi son los paleontólogos los que han hecho sentir la necesidad de los principios de la especificacion, sin la cual es imposible hacer nuevos progresos en zoologia, y por consiguiente en paleontologia. Los paleontólogos establecian el principio de que los fósiles no pertenecian á la serie animal viva; habian dicho que no habia mas que monos fósiles, y sin embargo no se han encontrado; creaban especies nuevas sin reglas y sin principios; las hacian aparecer y desaparecer como por un juego de manos; de modo que pretendian sacar de estas creaciones arbitrarias, pruebas contra la existencia de la serie animal, é introducian en geologia los problemas mas inexplicables.

La ciencia general asi conmovida, tenia, pues, necesidad de la determinacion de especies, á fin de resolver una multitud de cuestiones que no habian podido plantearse sino *á priori*, á fin tambien de detener los excesos de la mala direccion introducida en paleontologia, donde los caracteres zoológicos de la especie eran reemplazados por la composicion mineralógica y la posicion de las capas en que se encuentran fósiles. Necesitábase, ademas, que la especificacion viniera á demostrar que, lejos de romper la serie animal, la paleontologia la confirmaba por el contrario, llenando los espacios de los grados de animalidad aun existentes; de donde se sigue que es preciso reunir lo que ha sido con lo que es, para demostrar la serie completa.

Aceptando este axioma de Linneo: *Naturæ opus semper est species*, Blainville demuestra la existencia y la inmutabilidad de las especies. Da la ley de sus variaciones por la diferencia de clima y los cambios limitados de las circunstancias y de las condiciones biológicas, de manera que todos los animales tienen una elasticidad tal, que pueden prestarse á los cambios graduales de las circunstancias; que asi, desapareciendo una especie, no ocasiona por esto la desaparicion de las que se alimentaban de ella, y que la reemplazan entonces por otra mas ó menos análoga ó aun totalmente diferente. Pero á pesar de sus variaciones limitadas en mas ó en menos, las especies no pueden transformarse, como lo han asegurado ciertos filósofos; por el contrario, perecen cuando los

cambios de las circunstancias armónicas de su existencia son demasiado bruscos ó demasiado considerables, lo que prueba la inmutabilidad de las especies.

Ahora bien, la especificacion reposa sobre los mismos principios que la serie animal. Linneo define excelentemente la especie: *Perennis individuorum successio generationis continuatione nascentium*; la sucesion de los individuos nacientes por la continuidad de la generacion. La especie está determinada por esta definicion; lo está, ademas, por la idea de la serie; es pues determinable, y desde luego se puede llegar, por la determinacion del número serial de las especies, á la prevision, que mostrará que en tal ó tal parte de la serie habrá muchas ó pocas especies fósiles. Linneo habia sentado aun aquí el verdadero principio cuando dijo: *Species tot numeramus, quot diversæ formæ in principio sunt creatæ*; contamos tantas especies, cuantas formas distintas fueron creadas al principio. La serie animal, en efecto, es la serie de las formas fijas y determinadas, bajo las cuales aparecen la animalidad, y continuando siempre los mismos por la generacion, porque todo ser reproduciéndose se reproduce por su forma y segun su forma, este principio es física y metafísicamente cierto. Desde luego la razon de la serie animal será el grado de animalidad deducido por la forma exterior del animal, y la ley de la especificacion será tambien la forma que se ha hecho especial, es decir, susceptible de reproducirse, de manera que la medida del grado de animalidad por la forma general y específica, nos dará el órden de serie de las especies, y la serie animal será demostrada hasta en sus unidades.

La prevision es entonces fácil; cuando en una porcion de la serie las especies se suceden y pasan imperceptiblemente de una á otra, es evidente que no hay allí espacio entre ellas, y que son todas conocidas; cuando, por el contrario, las especies ó los géneros de un mismo grupo son poco seguidos y hay vacíos entre sus formas y sus caracteres de degradacion ó de gradacion, es una prueba de que no todas las especies son conocidas, y que falta encontrar algunas vivas ó fósiles. Asi, en los monos las especies se estrechan y aproximan de tal manera, que es bastante difícil apreciar caracteres específicos diferenciales; asi no se encuentran mas que un corto número en estado fósil; lo mismo sucede con los roedores. En los paquidermos vivos, por el contrario, las especies estan separadas por vacíos, y por consiguiente hay un gran número de ellos fósiles. Entre los moluscos de conchas politalamas, tenemos todo lo mas cinco ó seis especies vivas, y en estado fósil existe un gran número. Las hélices son tan numerosas en especies vivas, y estas especies se aproximan tanto, que en el estado de fósil perdido, su número es muy pequeño; las terebrátulas, por el contrario, abundan muy poco vivas, contándose todo lo mas doce ó quince especies; en estado fósil hay quizá mas de quinientas. Es, pues, siempre el mismo principio, verificado en toda la serie: si hay muchas especies y muy próximas, vivas, se encontraran pocas nuevas fósiles, y vice-versa, si hay muchas fósiles, se cuentan pocas vivas y muy distintas unas de otras. Esta verificacion de la prevision, que es el término de toda ciencia, ha sido un gran paso de hecho en la demostracion de la serie animal, y por consecuencia en la aplicacion de sus principios á la geologia.

Siendo la serie animal la serie de las formas específicas de la animalidad que se reproducen siempre las mismas, el fundamento de la especie está en el órden serial mismo, y en los órganos y el producto de la generacion. Ahora bien, como estos órganos y este producto son lo mas generalmente imposibles de observar, ha sido preciso buscar caracteres observables mas ó menos en relacion con la generacion, lo cual no ha podido ni puede hacerse sino por el estudio comparado de un gran número de especies.

Veamos, pues, lo que es una especie: en lo metafísico es una idea eterna é inmutable en Dios mismo, y en lo físico, en el órden creado, es la imágen de esta idea eterna é inmutable, traducida por una forma necesariamente inmutable tambien é impresa en la materia animal. Pero se necesita un medio de demostrarla; ahora bien, para conocer una especie es preciso estudiarla en toda la gradacion y degradacion de su desarrollo, en su produccion, su crecimiento, su declinacion y sus relaciones con las otras especies inmediatas en la serie creada; debe comprenderse en este caso cuán difícil será la determinacion de las especies en paleontologia, donde no suele haber mas que fragmentos insignificantes.

Los caracteres de la especie se sacan, pues, principalmente de la generacion y del órden social. Los primeros se sacan de los productos, de los órganos y de los signos ó pabellones de la generacion. Pero siendo muy difíciles de observar el producto y los órganos, apenas quedan al zoólogo mas que los signos ó pabellones; estas son particularidades de organizacion que indican el sexo, el estado adulto ó la juventud, y la época del celo; asi el fanon en los toros y en los ciervos, y las astas de los ciervos son apéndices cutáneos y caducos que distinguen á los machos de las hembras y cuyas particularidades son específicas. La piel considerada en su color general y en su sistema de coloracion ofrece caracteres específicos; lo mismo sucede con el sistema fanérico, los pelos y cuernos en sus proporciones, sus formas y su estructura microscópica: las plumas de las aves se hallan en el mismo caso.

El sistema criptoso determina aun mas la especie, asi el almizcle y la algalia son productos segregados por criptas particulares á los machos; el elefante tiene dos fuentes criptosas en las orejas; el camello las tiene detrás de la cabeza; los ciervos tienen sus lagrimales; el pecari tiene glándulas en el lomo; nuestros perros tienen glándulas anales, etc. Todas estas criptas entran en tumefaccion y segregan sus productos en estas especies en la época conveniente para la reproduccion. El órgano vocal ocasiona diferencias bastante notables entre la edad adulta y la juventud. Se pueden encontrar caracteres análogos en las otras clases de la serie.

Pero los caracteres específicos mas importantes, son los sacados de la razon serial; esta razon es una diferencia en mas ó en menos sobre lo que constituye la naturaleza del animal; ahora bien, esta es la sensibilidad que tiene por consecuencia la locomovilidad; una y otra tienen su asiento en la periferia del animal.

Los mamíferos estan caracterizados por los pelos, perfeccionamiento de la sensibilidad; las aves por la pluma; los reptiles por la epidermis y los escudetes; los peces por las escamas contenidas en el dermis habiendo desaparecido el resto; los articulados por su envoltura sólida y fracturada y sus miembros; los moluscos por su piel blanda y el aparato de respiracion; los radiados lo seran por la piel y la forma general; bastará examinar los detalles de estos caracteres para establecer las clases, despues los órdenes, las familias y géneros, y en fin las especies. Asi el aparato de la sensacion primero, despues el de la locomocion y por fin el de la respiracion, serviran para establecer la especificacion serial en los cigomorfos; los pelos y los cuernos son órganos específicos; los dientes lo seran aun mas; asi en los mamíferos la proporcion de la corona del último diente ó muela del juicio, dará siempre rigorosamente la especie; lo mismo se dice de la proporcion de la parte carnicera y de la parte tuberculosa del diente principal en los mamíferos carniceros. En las aves, la pluma, el pico y los piés, ofrecen los caracteres específicos; en los

reptiles los escudos epidérmicos; en los nudipelíferos los dientes, su forma y su falta, las criptas parotidianas, y algunas consideraciones tomadas de la juventud, ofreceran caracteres específicos; pero esto es ya muy difícil. En los peces deberá considerarse el sistema de escamas, su estructura, el opérculo de sus espinas, la proporcion, el número de las espinas, los dientes, las branquias, y en fin, la forma general del cuerpo.

En los articulados no son ya órganos de sensibilidad agregados á la periferia, sino apéndices sólidos de la envoltura; en primer lugar, la distincion en cabeza, tórax y tronco, y el número de los apéndices; despues el número de las articulaciones de los apéndices, y en fin, particularidades de la envoltura y de los palpos maxilares.

En los moluscos se depositan partes sólidas en el dermis y forman las conchas; estas se hallan en relacion con el aparato branquial; las conchas, la piel y sus particularidades, la forma y la disposicion del pié, etc., ofrecen caracteres específicos. Pero aquí la especificacion se hace tanto mas difícil cuanto que las particularidades de la envoltura y aun de todo el animal vivo, suelen hallarse fuera del alcance del observador. Por esto ha habido necesidad de apelar á la concha; pero es un producto y no un órgano, y si el animal no está en condiciones convenientes, este producto se resiente de ello.

Asi en las *Venus pullastra* de nuestras costas, apenas se encuentran dos conchas semejantes, á menos que no se hallen completamente en el mismo lugar. El *Murex lapillus* de nuestras costas que se alimenta de donaces, tiene una concha pequeña y muy arrugada, siempre que el animal se halla sobre una ribera, batida por un mismo viento. Cuando por el contrario, el lugar se halla al abrigo del viento y las donaces muy abundantes, el mismo animal tiene una concha grande y casi lisa. De aquí las grandes dificultades de llegar á la especificacion por una sola concha aun cuando se pesca entera; con mayor razon cuando no se tienen mas que fragmentos ó moldes; esto es lo que hace á la paleontologia de los moluscos tan difícil y lo que conduce á crear á voluntad millares de especies que no existen.

En los actinozoarios los órganos tienden á una simplificacion análoga á la de los vegetales, y despues la individualidad desaparece. La ausencia del animal muy difícil de apreciar y de conservar, ofrece las mayores dificultades para la especificacion; ha sido preciso tambien emplear el polípero que no es mas que un producto petroso, susceptible de modificarse en su forma por una multitud de causas para llegar á la especificacion; pero esto no puede verdaderamente servir á la zoologia.

Las circunstancias biológicas ofrecen otra especie de carácter, porque determinan modificaciones armónicas en ciertos órganos y especialmente en los órganos de los sentidos. Tales son la trompa y colmillos del elefante, el pico en forma de espátula de la Garza spatula, el pico en forma de escoplo del ave de este nombre, las modificaciones del oido, del ojo, de las narices, de la lengua, de los dientes en los mamíferos, del pico en las aves, de los palpos maxilares en los insectos etc.; todas estas modificaciones armónicas son específicas y pueden existir en todos los aparatos de sensibilidad y de locomovilidad.

Pero en su órden de importancia segun la ley de la subordinacion de los caracteres, los primeros de todos los que acabamos de indicar, son los caracteres sacados de la generacion. Los segundos son los caracteres seriales; los terceros, los caracteres biológicos, son individuales. Pero la distincion de las especies por el órden serial mismo, será cada vez mas difícil á medida que se descienda en la serie, porque los órganos desaparecen y los caracteres con ellos, puesto que todos se confunden; y por el contrario será mas fácil cuanto mas se ascienda en la serie.

Pero segun todos los principios que acabamos de exponer, siempre que una especie pretendida no ofrezca una diferencia esencial entre la especie precedente y la siguiente, se puede estar seguro de que no es una especie sino simplemente una variedad de una ó de otra. Y entonces, en paleontologia por ejemplo, cuando no hay elementos suficientes para determinar esta diferencia, se deben colocar estos seres entre los *incertæ sedis*, mejor que embrollar la ciencia y alterar sus conclusiones por premisas insuficientes. Pero en lugar de esta prudencia, cada cual ha querido poner su nombre á una pretendida especie nueva ó establecer alguna hipótesis, y asi se han creado con fragmentos insignificantes de una misma especie, varias especies que un estudio mas detenido ha debido desechar, lo cual no impide que esos millares de especies imaginarias llenen aun los catálogos y los libros.

Como consecuencia de todos los principios lógicos de la especificacion, es evidente que los caracteres sacados de la generacion y la mayor parte de los caracteres biológicos, faltan absolutamente á la especificacion de los fósiles, que desde entonces no puede determinarse por el órden serial, y aun este órden reposando sobre las partes sólidas y susceptibles de ser conservadas; en los osteozoarios son principalmente los huesos y los dientes; en los moluscos solo las conchas; y en los radiarios los políperos, cuya nulidad hemos manifestado. La especificacion de los moluscos solo por las conchas es tambien muy difícil; en primer lugar porque la concha es un producto y no un órgano; si se añade que el paleontologista no tiene siempre la concha, sino generalmente fragmentos ó moldes mas ó menos deformes, que no tienen ninguno de los caracteres importantes de la concha; que ademas las conchas se diferencian tambien segun la edad, el sexo, la localidad y las circunstancias biológicas, se comprenderá la gran dificultad de las cuestiones paleontológicas relativas á la determinacion de las especies, y la necesidad de ser zoólogo, y zoólogo profundo, para hacer determinaciones que merezcan alguna confianza.

Si á estas dificultades se agregan las de la determinacion de los terrenos, se comprenderá que en geologia hay siempre dos incógnitas en el problema, á saber: qué es el terreno y qué son las especies fósiles; y como en esto entra por mucho lo arbitrario, es á veces imposible decidir; porque el geólogo responde al paleontólogo por X, y este responde al otro por Y.

Concluyamos, pues, en definitiva, que las inteligencias prudentes deben estar en guardia contra el charlatanismo de las hipótesis y trabajar por desterrarle de la ciencia, á la cual es muy perjudicial.

Despues de haber resumido los verdaderos principios de paleotologia fundados sobre la zoologia é introducidos por Blainville, vamos á recordar algunos de los hechos que ha consignado definitivamente en la ciencia.

En primer lugar, ha estudiado todos los moluscos fósiles conocidos en su relacion con los moluscos vivos, y véanse los resultados que ha llegado á demostrar: 1.° En el estado actual de nuestros conocimientos sobre la distribucion de las especies de conchas en los estratos de todos los terrenos, se puede decir que cuanto mas se aproximan al estado actual del suelo, mas numerosas son las conchas en especies, y estas especies son mas afines á las que aun viven. Las conchas de la primera clase, los cefalados, que contienen los pulpos, los calamares, las ammonitas, los nautilos, las belemnitas, etc., no nos son generalmente conocidas sino en las capas mas inferiores de los fondos de cuencas marinas, prueba de que vivian en aguas profundas, mientras que los moluscos de la

segunda clase viven mas generalmente en aguas menos profundas; los animales fósiles de esta primera clase podrian, pues, existir aun en los mares mas profundos, y no habria en esto nada de extraño, porque es imposible á un hombre de buena fe decir que conoce bastante ni las especies vivas, ni las especies fósiles, para atreverse á afirmar nada sobre el establecimiento de las proporciones entre las vivas y las fósiles.

No obstante, la abundancia de fósiles de la primera clase en los terrenos mas profundos, prueba que estos se han depositado en mares profundos.

No habria necesidad de aceptar sin embargo que todas estas especies han desaparecido mas allá de estos terrenos, porque Blainville mismo posee una verdadera belemnita de los terrenos terciarios, y entre los nautilos hay dos especies vivas y una prodigiosa cantidad de fósiles en todos los terrenos, desde los mas antiguos hasta los mas modernos.

2.° Un segundo resultado, es que, en la segunda clase, los cefálidos, no hay género alguno linneano bien manifiesto, que no sea fósil y vivo al mismo tiempo, excepto el género belérofon que no se conoce sino en estado fósil; y este hecho general comprende todos los terrenos. Estos géneros dan especies en los dos estados, pero en proporciones diferentes; en Europa la relacion de las especies fósiles y vivas es inversa; asi cuando hay muchas especies vivas, existen pocas fósiles, y *vice-versa*. No obstante esta observacion no es aplicable mas que á las especies marinas; porque es muy notable que las especies de agua dulce y terrestres son las mismas en estado vivo y en estado fósil.

El número de las especies fósiles se aumenta en general á medida que se remonta á las terrenos superiores, y disminuye por el contrario á medida que se desciende; lo mismo es para las formas y para los géneros; asi las patelas aparecen las primeras en los terrenos silurianos, devonianos, etc., y toda la serie de sus géneros se encuentra en los dos estados vivo y fósil. Hay formas que han atravesado todos los terrenos: las ceritas, las escalarias, las turritelas, los turbos, las pleurotomarias, etc., etc., se encuentran en los terrenos mas inferiores, y en todos los terrenos, aun los que se forman hoy.

La semejanza con las especies vivas está en el mismo caso; á medida que se eleva es mas considerable.

Hay ciertos géneros que no se han encontrado todavía sino en ciertas formaciones, pero en muy corto número.

Las diversas especies y las mismas se encuentran en terrenos muy diferentes.

En los terrenos *silurianos*, ó *primarios de transicion*, se encuentran ceritas, turritelas, bocinas, etc., en muy gran número, y se pretendia en otro tiempo que no existian en ellos.

En los *terrenos carboníferos* se encuentra un gran número de ceritas, risoarias, litorinas, ampulaceras, turbos, trompos, patelas, dentales, emargínulas, cabujones, etc.; en los *terrenos inferiores á la creta* se encuentra un número de conchas variadas mucho mayor que en los terrenos precedentes; se ven en ellos conos, pteróceros, rostelarias, estrombos, bocinas, quizá melanias, turritelas, naticas, nerinas, etc.

En la *creta* los fósiles se aproximan mucho á los anteriores; estos son volutas, estrombos, rostelarias, fasianelas, turbos, etc., mas numerosos que anteriormente.

Encima de la *creta* se encuentran casi todos los géneros vivos y muy pocos de la clase de los cefalados.

Todo lo que antecede pertenece á las especies marinas; pero es evidente que los estratos de agua dulce han podido formarse y se han formado en todas las épocas; ahora bien, la dificultad para los geólogos es, que hay poca diferencia entre los géneros fósiles y los géneros vivos, á no ser en las melanópsides que no se conocen aun sino en estado fósil.

En los *terrenos terciarios* mas recientes, existe la mayor semejanza entre las especies fósiles y las especies vivas.

Tal es el estado actual de la ciencia, en cuanto á esta clase de moluscos. Es evidente que para la geologia positiva, el estudio de los fósiles de esta clase que pertenece á tres medios diferentes, es mas importante que la de los cefalodos, porque los cefálidos pueden conducir á la etiología de las formaciones; hay en efecto especies marinas, especies de agua dulce y especies terrestres; hay especies litorales, pelagianas y mas aun semi-pelagianas. Hay algunas que nunca se han hallado fuera de las aguas, y otras por el contrario que lo estan frecuentemente. En la orilla del mar se ve que siguiendo la direccion del viento, de la marea, los bancos de conchas se acumulan por capas mas ó menos horizontales y paralelas unas á otras; todas las especies de esta clase se hallan en igual caso, mientras que en los bivalvos que viven por capas en las bahías, los bancos se depositan allí mismo. No sucede lo mismo en el agua dulce, donde las conchas pueden ser transportadas por los rios ó sepultadas en los sedimentos de los lagos. La geologia puede sacar de todas estas circunstancias etiologías de formaciones por sedimentos ó por transporte. Pero no podria servirse igualmente de ellas, como se ha hecho sin embargo, para determinar el sincronismo, á menos que sea en una misma cuenca; aun menos para determinar la antigüedad de los estratos, ó la época del alzamiento de las montañas, porque no hay elementos suficientes. Mas fácil es determinar, con arreglo á estos hechos, los cambios acaecidos en las circunstancias biológicas; pero como un mar es mas ó menos salado y puede algunas veces contener moluscos de agua dulce, de lo cual es testigo el mar Báltico donde viven especies de *unio*, y algunos moluscos de agua salada pueden introducirse en aguas dulces y salobres, no deberian siempre atribuirse estas mezclas á un transporte.

Finalmente, con ayuda de estos hechos se puede aun llegar á juzgar la disminucion proporcional de las aguas dulces y marinas y la extension de las tierras descubiertas.

4.° La clase de los moluscos *acéfalos* ó bivalvos, vive mucho mas bajo las aguas que la anterior; asi suministra menos datos á la geologia. Existen sin embargo fósiles de esta clase en todos los terrenos, y en cuanto á la proporcion de las especies vivas y fósiles está poco mas ó menos en el mismo caso que en la clase precedente.

Asi, como conclusion general de todos los resultados que acabamos de resumir: 1.° los moluscos fósiles pertenecen á la serie animal, cuyos restos viven aun; casi todos los géneros linneanos fósiles viven aun y un gran número de los mismos se encuentra en todos los terrenos; ademas, hay muchas especies idénticas á las vivas, aun en los terrenos mas antiguos; por consiguiente, la serie de los moluscos no ha sido jamás destruida toda entera, siempre ha existido la misma poco mas ó menos en sus grados desde su creacion única. Ademas, siempre ha habido moluscos marinos, pelagianos, semi-pelagianos, de riberas y de agua dulce; por consiguiente el estado de la tierra no ha diferido esencialmente en el pasado de su estado actual; solamente han podido variar las proporciones de las aguas saladas, de las aguas dulces y de las tierras que han quedado en seco.

La malacologia fósil rechaza pues como la geologia las hipótesis de creaciones anteriores á la nuestra, de creaciones y de destrucciones sucesivas por periodos indeterminados.

CAPITULO VI.

Despues de haber expuesto; segun Blainville, en su curso de los principios de la zoologia aplicados á la geologia, los resultados actuales de la ciencia sobre la malacologia fósil, vamos á resumir los resultados demostrados por él en su gran *Osteografía* sobre la paleontologia de los mamíferos. Pero no mencionaremos sino hechos muy verificados y claramente demostrados.

Especies de la India fósiles y vivas. I. En el órden de los primados se han descubierto huesos fósiles de monos en la India, los cuales pueden ser referidos á especies que viven aun y estan confundidos con osamentas de animales considerados como perdidos, y de otros que ciertamente existen aun en aquel país.

1.ª *Especie de mono.* Lartet ha encontrado en Sansan, departamento del Gers en Francia, una especie particular de mono, que parece intermedia entre los gibones y los semnopitecos ó cólobos de Africa; este fósil estaba con animales perdidos y otros aun existentes.

Estos monos fósiles de la India y de Europa, estan en un terreno terciario, mediano de agua dulce, y por consiguiente de una épuca muy anterior á la última catástrofe que se ha supuesto haber dado la forma actual á nuestros mares y á nuestros continentes.

Sapajues fósiles en América. Se han encontrado dos especies que parecen perdidas de sapajues en América, país en que existen aun estos animales; en el Brasil los ha encontrado Sund mezclados con huesos de animales aun vivos y muchos mas de animales perdidos, en el diluvion de las cavernas abiertas en una caliza secundaria.

Vespertilio murinus ó murciélago vivo y fósil. II. *Queiropteros ó murciélagos.* Segun Karg se ha encontrado un fósil ó *Vespertilio murinus* en el esquisto calizo de Oeningen. Cuvier habia hablado de una especie de este género encontrada en el yeso de Montmartre con los anoploterios y paleoterios. Estudiada mas detenidamente por Blainville, esta especie fósil parece ser la misma que el murciélago serotino que abunda en Europa.

Murciélago fósil. Se citan en la arcilla terciaria de Londres dos dientes de murciélagos que no parecen tener idénticos vivos. Se menciona una especie de ruseta en la caliza foliácea de Solenhaufen; pero existen dudas acerca de este fósil que podria muy bien ser un pterodactilo.

En una caverna de Sajonia se ha encontrado un hueso de los miembros del murciélago con huesos de musaraña, de topo, de aves, de serpientes y de sapos, asi como de osos, hienas, campañoles, etc.

Vespertilio noctuloides ó pipistrelo. Se citan fragmentos de estos murciélagos en el terreno diluviano de los alrededores de Kostritz; un noctuloide ó pipistrelo en una brecha huesosa de Cagliari en Cerdeña, con osamentas de lagomis; un pipistrelo en otra brecha de las cercanías de Antibes en Provenza.

Las especies actualmente vivas, en Bélgica se encuentran allí tambien fósiles. En las cavernas de osamentas de las cercanías de Lieja, ha descrito y dibujado Schmerling cráneos, mandíbulas y otros muchos huesos del esqueleto de los murciélagos; uno tiene todos los caracteres del gran rinolofo ó herradura de nuestros paises; otro parece haber pertenecido al *V. mystacinus* bastante comun en Bélgica; y un tercero al *V. seronitus*, de manera que sin detenerse á describir las muchas osamentas fósiles de murciélagos encontradas en aquellas cavernas, en una posicion tal que no puede dejar duda acerca de la antigüedad de su conservacion, se puede muy bien asegurar, dice Blainville, que deben referirse á especies actualmente vivas en el país, como lo habia admitido de una manera general Schmerling.

«De manera, continúa, que en el estado actual de nuestros conocimientos sobre las osamentas fósiles de murciélagos, se pueden sacar las conclusiones siguientes:

»1.ª Antes de la formacion de los terrenos terciarios medios de nuestras comarcas septentrionales ó europeas, existian animales del órden de los queirópteros ó de los murciélagos en nuestros paises, y por consiguiente en la superficie de la tierra, puesto que se han encontrado restos suyos en la formacion yesosa de las cercanías de París.

»2.ª Eran probablemente contemporáneos de los anoploterios y paleoterios, animales indudablemente borrados hoy de la serie viviente, puesto que sus osamentas se encuentran en las mismas condiciones geológicas.

»3.ª Han continuado existiendo sin interrupcion desde aquel tiempo hasta nuestros dias, y esto en todas las partes de Europa, puesto que se encuentran restos en el terreno diluviano de las cavernas y en el de las breñas huesosas.

»4.ª Estos murciélagos tan antiguos no se diferenciaban sino muy poco, y aun si se diferenciaban de las especies que viven actualmente en las mismas comarcas.

»De donde se puede deducir como consecuencia rigorosa, que las condiciones de existencia que les son necesarias hoy, eran las mismas en aquella época mas ó menos remota de la en que vivimos, y que por consiguiente nada ha cambiado en el conjunto de estas circunstancias, ó por lo menos estos cambios han sido muy poco importantes, y en límites de variaciones cuyo *maximun* y *minimun* oscilaban como hoy, sin influencia apreciable sobre los cuerpos organizados.

III. *Insectívoros*, topo, musaraña, erizo. Los topos, propiamente dichos, no se conocen hasta ahora vivos sino en el antiguo continente, y aun principalmente en la Europa septentrional; el topo ordinario vive tambien en Berbería y en el Nepal; tambien se han citado dos individuos en la América del Norte; pero salva esta excepcion, el Nuevo Mundo no posee mas que topos (escalope y condiluro), y aun no existen mas que en la parte septentrional. En todo el resto de aquel vasto continente, desde la Carolina hasta la extremidad mas meridional de la Patagonia, el género topo no se halla representado de ningun modo, como tampoco en verdad el de las verdaderas musarañas y sobre todo el de los erizos. El antiguo mundo en su parte meridional no posee topos dorados mas que en Africa, en el Cabo de Buena Esperanza y quizá en Gambia.

Las musarañas propiamente dichas, son de todas las partes del mundo excepto de la América meridional, de la Nueva Holanda y de la Polinesia.

Las musarañas de agua son esencialmente septentrionales y no se conocen ni en Asia ni en Africa.

Las musarañas terrestres no parecen existir en el Norte de Europa ni aun en Inglaterra; pero á medida que se avanza hácia el Sur, las musarañas mas comunes pertenecen á la division del *Sorex araneus* tanto en Europa como en Africa; las musarañas de laguna con cinco dientes intermedios superiores, y que tienen todas dientes coloreados, son exclusivamente septentrionales en los dos continentes, y en el nuestro desde la Suecia hasta la parte mas meridional de Europa. Pero las especies de dientes blancos y de cuatro falsos molares son por el contrario del Mediodia de Europa, de Africa y de la India. Las musarañas ardillas son de Asia principalmente del Archipiélago indio, y las gerbasias de Africa.

Los erizos se encuentran solamente en Europa, Africa y Asia.

Ahora bien, en estado fósil se han encontrado:

Topos vivos y fósiles. 1.° En las cavernas de las cercanías de Lieja, cierto número de topos en nada diferentes del topo que vive actualmente en nuestros paises.

Hombre fósil. 2.° Fragmentos de topos con restos de los animales que viven actualmente en Europa, y tambien de rinocerontes y de hombres, en la tierra arcillosa que cubre el suelo de la caverna yesosa cerca de Kostritz.

Topo ordinario vivo y fósil en Sansan y en Auvernia.—Condiluro fósil en Sansan y vivo fuera de Europa.—3.° En el depósito de Sansan y en varias localidades de Auvernia, el topo ordinario macho y hembra; un topo que se aproxima al condiluro, el cual no vive como en Europa; musarañas y erizos.

Musarañas vivas fósiles.—1.° La musaraña *remifer* ó *fodiens* en las brechas de Cerdeña.

2.° Dientes de musarañas ordinarias en Kostritz.

3.° En las cavernas de Lieja el *Sorex araneus*, el *Sorex vulgaris*, que viven todavía en las cercanías de Lieja.

4.° En Sansan, un desman de los Pirineos; en los terrenos terciarios de agua dulce de Auvernia un *Sorex araneus*, y una musaraña grande intermedia entre la musaraña y el erizo; en un terreno arcilloso muy análogo, un erizo que se aproxima al erizo de Europa.

Erizo vivo y fósil. 5.° El erizo de Europa en las cavernas de Lieja, y en los terrenos de agua dulce de Auvernia, se ha encontrado el *Erinaceus antiquus* que parece tener alguna semejanza con la sáriga.

Asi los tres géneros insectívoros que viven aun en Europa, se encuentran en estado fósil en las brechas huesosas del litoral del Mediterráneo, en el suelo de las cavernas de Alemania, de Inglaterra, de Bélgica y de Francia, en un terreno terciario medio de las montañas sub-pirineanas, y en fin en un terreno de agua dulce de Auvernia.

Las cinco ó seis especies que han sido reconocidas hasta ahora, á saber: un topo; tres especies de musarañas, un desman y un erizo, no se diferencian específicamente de las que existen hoy en estado vivo en los mismos paises. Se encuentran mezcladas con restos de animales de los cuales unos viven todavía y otros no viven ya en nuestras comarcas.

Las otras especies cuyas análogas no conocemos aun en estado vivo, á saber: un topo, *talpa antigua*; una musaraña, *erináceus soricinoides*; un erizo, *erináceus arvenensis*; un tenrec, *erinaceus centetes antiquus*, forman especies intermedias exclusivamente á las del antiguo mundo, y han debido por consiguiente vivir en él.

De todo esto, debe deducirse como lo hemos hecho respecto de los monos y murciélagos, que desde la época de la formacion del terreno diluviano y de los terrenos terciarios medios, las circunstancias y medios propios para mantener la vida animal en la superficie de nuestro globo no han cambiado.

IV. *Focas.* Se han encontrado restos fósiles de focas en diferentes puntos de Europa; en terrenos aun poco distantes de las orillas del mar; terrenos terciarios, y aun quizá secundarios en las partes superiores de la creta. Ahora bien, desde la extension de la navegacion, las focas se han hecho mucho mas raras en nuestros mares, y se han refugiado en los mares del Sur.

V. *Carniceros.* Entre los carniceros, sabemos que los osos han existido en otro tiempo en toda Europa; que eran un objeto de caza entre los griegos, los romanos y los pueblos de Europa en el siglo XV; hoy se hallan confinados á las partes inaccesibles de las cordilleras como los Alpes y los Pirineos.

Las especies pequeñas de carniceros, como los tejones y sobre todo, las martas, las garduñas, las comadrejas, los vesos y los armiños, que han podido escapar á la accion del hombre, por la facilidad que tienen de ocultarse y encontrar fácilmente su principal condicion de existencia, estaban sin duda repartidas poco mas ó menos como lo han estado siempre. Pero no sucede lo mismo con los carniceros grandes de los géneros *felis*, *canis*, y *hyena*.

Respecto de las hienas, no tenemos pruebas históricas de su antigua extension mas allá de la que tienen hoy.

Tenemos por el contrario pruebas indudables de la existencia de los leones y aun de las panteras en las partes orientales y meridionales de Europa donde ya no las hay.

Y aun respecto de los lobos poseemos la fecha cierta de la época en que desaparecieron de Inglaterra.

1.° *Osos fósiles.* Las osamentas de osos encontradas en las cavernas, habian preocupado á los geólogos desde antes de Buffon; pero Cuvier y sus imitadores han multiplicado las especies fósiles.

«Los procedimientos empleados por Cuvier para llegar á este resultado, eran tan especiosos, dice Blainville, y al mismo tiempo tan sencillos y tan fáciles, puesto que no se trataba sino de tomar medidas lineares y angulares, que esta manera de ver fue generalmente adoptada, y desgraciadamente tambien esta manera de proceder, y se vió entonces á los paleontologistas volverse osteólogos con una facilidad que no temo calificar de deplorable, y cuyos funestos resultados sobre la geologia racional ó etiológica procuraremos demostrar.»

Desde este momento, en efecto, hasta Blainville, se han hecho especies con el metro y el milímetro, muchas veces aun sin saber lo que era osteologia, y siempre en la ignorancia de los verdaderos caracteres específicos.

Pero Blainville demuestra, por un estudio profundo y detallado de la osteologia de los osos vivos, sobre qué caracteres del esqueleto y sobre todo de los dientes reposan los caracteres específicos; y despues de haber probado que la proporcion de la corona del último molar inferior, da siempre rigorosamente la especie, ha analizado todas las diferencias de edad, de sexo, las que existen entre los individuos nacidos en las jaulas y fosos de nuestras casas de fieras, únicos que se han comparado con los fósiles, y los individuos libres y en toda la fuerza del estado salvaje. Con todos estos elementos le ha sido fácil demostrar la poca importancia de los pretendidos caracteres específicos con que se han formado trece especies perdidas.

CONCLUSION.

Ha probado: 1.° que el *Ursus spelœus* ó de las cavernas, el *V. giganteus*, *Spelæus major*, *pitorii*, *neschersensis*, *metoposcairnus*, son machos de las especie que viven aun en Europa, solo que unos son mas vigorosos que los machos vivos y otros de la misma fuerza; 2.° que el *V. arctoideus*, *leodiensis*, *priscus*, son hembras de la misma especie; véanse pues nueve pretendidas especie que no son mas que una sola, la cual vive aun en los paises en que se encuentran restos suyos tan considerables, que se han contado de 800 á 1000 individuos de todas edades desde el feto hasta la vejez mas avanzada.

En cuanto al *U. etruscus*, *U. arvernensis*, *U. minimum*, es tambien una sola y misma especie; pero distinta de la anterior y mas pequeña que parece haber representado en la Europa meridional al *U. ornatus* de la América del Sur, y al *U. malayanus* del Sur de Asia.

El *U. sivalensis* debe ser referido al *U. labiatus*

que vive aun en el país donde se ha encontrado; tambien se han encontrado en el Brasil huesos del *U. ornatus* que vive allí aun, y en América huesos del *U. americanus* que existe igualmente vivo en aquel país.

El *U. cultridens* establecido en vista de un canino bastante singular por su tamaño y su gran curvatura, ha sido establecido sobre un error que hizo creer que aquel diente se habia encontrado implantado en una mandíbula de oso, lo cual se encontró ser falso despues de una verificacion.

El estudio del yacimiento de los osos fósiles los ha presentado en los terrenos terciarios de Auvernia, en los de Sansan, en los terrenos terciarios de Gmund y de Mergel, en los terrenos movedizos del valle de Arno, en el diluvion de las brechas huesosas del periplo del Mediterráneo, y en el de las cavernas sobre todo donde se ha encontrado el mayor número.

Estas cavernas estan abiertas en formaciones calizas, desde la de transicion hasta la creta inclusive, y aun hasta el terreno terciario, segun unos, moderno, segun otros, del Mediodía de Francia; á alturas mas ó menos considerables sobre el nivel del mar, desde algunos piés hasta varios centenares de toesas; abiertas á exposiciones muy diferentes, pero parecen, en general, meridionales, y muchas veces mas bien artificial que naturalmente; es decir, que la abertura actual, no es siempre aquella por la cual han penetrado los huesos y los animales de que proceden; en la vertiente de las regiones mas ó menos elevadas y cubiertas de bosques hácia los grandes valles y sus afluentes.

Estas osamentas conservan aun su gelatina; rara vez estan reunidas formando una porcion de esqueleto; estan contenidas ó sepultadas á profundidades variables en una arcilla mas ó menos rojiza, mas ó menos margosa, formando algunas veces especies de capas, frecuentemente aun en una costra de estalagmita mas ó menos gruesa que las rodea ó aglutina con cantos rodados ó sino en mayor ó menor abundancia, que proceden de rocas inmediatas ó distantes, y algunas veces tambien, aunque raras, con osamentas de otros mamíferos de especies indígenas, salvajes ó domésticas, y mas raras veces aun, con restos de especies exóticas que no se conocen ya en Europa, como el leon, hiena, elefante, y rinoceronte.

Fósiles humanos. Parece que está fuera de duda, que en varias cavernas del Mediodía de Francia, y de los alrededores de Lieja en Bélgica, estan acompañados de huesos de la especie humana, ó de algunos productos de sus artes, de donde podria deducirse que entre las osamentas de osos conservados en la superficie de la tierra, y recogidas hasta aquí, en condiciones muy diferentes; la mayor parte habian pertenecido á la especie actualmente viva en el país en que han sido halladas, y que una sola especie de este género habia dejado de existir; la especie etrusca meridional, que, en Europa, completaba este género, como sucede en Asia y en América, especie mas débil y que habita la parte de Europa mas antiguamente civilizada, y al mismo tiempo quizá la mas poblada, es lo cual ha debido acelerar su desaparicion del número de los seres aun existentes hoy. Que la especie existente era en otro tiempo mucho mas numerosa en individuos, mas extensa en las diversas regiones de Europa; que ha empezado á ser sepultada en las cavernas de todos los terrenos, tan pronto como estos terrenos han sido desecados y surcados por los grandes rios que corren de los bosques; que estos osos han disminuido poco á poco, á medida que los bosques han disminuido; que la Europa se ha poblado, puesto que se les encuentra con osamentas humanas; que se observan desde los terrenos terciarios, y desde las cavernas de las calizas de transicion, hasta las de terrenos recientes; que se les encuentra aun existentes en toda la Europa, y que fueron objeto de caza para los griegos, los romanos, y todos los pueblos de Europa hasta el siglo XV; y que no existen al presente mas que en los Alpes y en los Pirineos, donde degeneran cada vez mas.

De manera que el estado de las cosas, con relacion á este género, no exigiria cataclismo alguno, ni cambio alguno en las condiciones actuales de la existencia de la tierra, sino únicamente progresos incesantes en el desarrollo de la especie humana en Europa. Llegamos, pues, á las mismas conclusiones que para las focas, los insectívoros, los queirópteros y los monos.

2.° *Pequeños osos, sub-ursus*, tejon, telagú, (mydas), raton, coati, kinkajú, benturong. Siguiendo siempre los mismos principios y el mismo estudio detenido, Blainville ha demostrado que el animal encontrado en el yeso de París, y que Cuvier habia denominado unas veces dasyuro, otras coati parisiense, no era ni un didelfo, ni un coati, sino un animal intermedio entre el tejon y el mydas, y que él ha llamado *taxotherium*; ha designado igualmente, bajo el nombre de *palæocyon* ó de *arctocyon*, un animal perdido, perteneciente á los osos pequeños y análogos por sus formas acuáticas á los nutrias y á los cinogalos.

En fin; ha reconocido una forma inmediata al kinkajú, en el gran carnicero de que Latert ha descubierto un gran número de osamentas en el célebre depósito de Sansan, y que ha dado á conocer á la Academia bajo el nombre de *amphicyon* ó perro dudoso. Este género perdido contiene dos especies: el *A. major* y el *A. minor*.

De manera que el grupo de los osos pequeños, tal como ha sido producido por el poder creador, está compuesto del modo siguiente: en Europa, *meles* ó tejon, *taxotherium*, *palæocyon*, *amphicyon*; en el Norte de Africa, tejon; en Asia, el *sivalarctos* fósil, *meles*, *mydas*, *ailurus*, y *arctictis*; en la América del Sur, el *procyon* fósil, *nasua ó coati*, *cercoleptes* ó *kinkajú*; en la América del Norte, *meles*, *procyon lotor*, fósil.

Las especies fósiles eran mayores que las vivas; han sido halladas casi siempre en los terrenos terciarios, y rara vez en el diluvion.

El *palæocyon*, en La Fere, en un gres terciario, en contacto con la creta blanca, con osamentas de tortugas de agua dulce, de cirenas, etc.

El *amphicyon major*, en el terreno terciario medio, de agua dulce de Sansan, con huesos de monos, de murciélagos, de talpas, de desmanes, de musarañas, de comadrejas, de viverras, felis canis, hienas, diferentes roedores, de mastodontes, de dinoterios, de caballos, de ciervos, de antílopes, entre los mamíferos; de aves, de reptiles, de anfibios con conchas de hélices, de bulimas, etc. En un terreno quizá diluviano, en Avary, cerca de Beaugency, departamento de Loir y Cher, con osamentas de mastodonte, de rinoceronte, de paleoterios, de rumiantes, de trionix y de dignoterios.

El *amphicyon minor*, en las arenas de Eppelsheim, formando parte del terreno terciario medio, con huesos de felis, de hiena, de mastodontes, de dinoterios, de tapiros, de anoploterios, de caballos, ciervos, etc.; en Digoin, departamento de Saona y Loira, en una caliza terciaria margosa; en Sansan, en las mismas condiciones que el *amphicyon major*; en Issoire, en Auvernia, en una especie de conglomerato terciario de agua dulce, con los mismos animales antes citados.

Finalmente, se han encontrado dos dientes de este grupo, quizá de un *palæocyon*, en la caliza pisolítica de Meudon, intermedia de la creta y la arcilla plástica.

Se ha encontrado en las cavernas la especie aun viviente del tejon.

Estas osamentas se hallaban rara vez reunidas, jamás redondeadas, pero siempre mas ó menos rotas ó fracturadas. Existian, como acabamos de ver en cada localidad, confusamente esparcidas y en el mismo estado que los de otros mamíferos, de casi todos los géneros de carniceros roedores, paquidermos y rumiantes, como se verifica hoy con todas las especies vivas y todas las terrestres ó de agua dulce.

De donde se puede deducir, como para todos los órdenes precedentes, que en la época que se formaban nuestros terrenos terciarios continentales ó interiores mas antiguos, ya en un golfo, ya en un lago, la superficie de la tierra que estaba cubierta de bosques, alimentaba mamíferos numerosos en la misma armonía que hoy; que sus osamentas podian ser arrastradas, ya juntas, ya separadas, y muchas veces ya rotas, con las materias de diversa naturaleza que acarreaban las aguas atmosféricas al sitio de depósito donde encontramos hoy algunas por casualidad, sin que haya habido necesidad de catástrofe ni de cambio en los medios ambientes para determinar la destruccion.

Que estos mamíferos, perteneciendo á los mismos órdenes, á las mismas familias, y á los mismos géneros linneanos, que los que aun viven hoy en nuestro suelo, no son siempre, sin embargo, especies semejantes, sino que vienen á llenar de una manera admirable los espacios que presenta hoy dia la serie animal viva, y que como especies mayores, son las primeras que han desaparecido, asi como lo que está á punto de verificarse á nuestra vista con las especies aun existentes en la superficie de la tierra.

3.° Las *mustelas* son intermedias entre los osos pequeños y las viverras; los géneros vivos son los mofetas, los rateles, los glotones, los melogalos, los zorrillos, los vesos, las martas, las nutrias y los basaris.

Se han encontrado pruebas materiales de la antigüedad de las especies actuales en el diluvion de las cavernas; las mofetas y los taires en el Brasil; el gloton en Alemania; la marta en Bélgica y en Auvernia; la fuina en Bélgica y en las brechas de Baillargues; los vesos, en Alemania, en Bélgica, Inglaterra y Francia; la comadreja, en las grutas de Lieja y de Kirkdale en Inglaterra; la nutria comun, en la caverna de Lunel-Vieil y en las turbas de Bélgica. Todas las especies de que procedian estos huesos, eran las que habitan aun hoy el país donde sus osamentas se han hallado fósiles.

Se han encontrado igualmente en Europa, indicios de comadrejas que no existen hoy dia en nuestras comarcas, y que quizá han desaparecido completamente del número de los seres vivientes; pero entonces se han hallado en terrenos mas antiguos y constantemente de agua dulce, estos son:

La *mustela genettoide*, en Sansan; la *mustela plesictis*, en los terrenos terciarios de Auvernia; *lutra clermontensis*, en Auvernia; *lutra dubia*, en Sansan.

Asi llegamos á la misma conclusion que para los grupos anteriores; en el género de las mustelas hay especies fósiles en terrenos diluvianos que no se diferencian en manera alguna de las que viven hoy en los lugares en que han sido encontradas; pero existen otras en terrenos mas antiguos, que parecen haber desaparecido de la naturaleza viviente, y que vienen á llenar los claros que observamos en la serie del órden de los carniceros, sin formar, no obstante, corte alguno nuevo ni aun sub-genérico. Por lo demás, estas especies perdidas, si lo son realmente, existian como hoy con animales de diferentes géneros y de diferentes clases: monos, insectívoros aéreos y terrestres, osos, osos pequeños, felis, canis, viverras, roedores, paquidermos, rumiantes, aves, tortugas, lagartos, serpientes, crustáceos, moluscos terrestres y de agua dulce, es decir, en una armonía que no se diferenciaba de la que existe hoy en nuestros climas, sino en que era mas completa.

4.° Las *viverras*, son intermedias entre las mustelas y los felis de este órden: los paradoxuros; las mangustas comprendiendo el icneumon, y el suricate; las zivetas, y por último, las ginetas, que pasan á los felis.

La Europa no posee hoy mas que una especie ya muy rara y limitada á las partes mas meridionales y occidentales, como España y Francia, la gineta.

La Africa posee tres divisiones, pero sobre todo la de las mangustas, de las civetas y de las ginetas, repartidas en toda su superficie, y extendiéndose hasta Madagascar.

El Asia se encuentra en el mismo caso, pero alimenta sobre todo especies plantigradas ó paradoxuros en gran número; tanto en el continente como en el archipiélago. No hay especie alguna en las demás partes del mundo.

Se han encontrado piezas fósiles en estado fragmentario, pero angulosas y no rodadas, enteramente amputadas y envueltas, la *viverra parisiensis*, especie plantigrada, en el yeso terciario de París; la *viverra antigua*, especie de civeta en el depósito terciario de agua dulce de Auvernia; la *viverra zibethoides*, especie de civeta, la *viverra exilis*, especie de gineta en el depósito terciario de Sansan; la *viverra gigantea*, especie de mangusta, en las arcillas piritosas terciarias inferiores de Soissons.

Estas osamentas fósiles se han encontrado asociadas en París con huesos de murciélagos, de suburcus, de martas, de canis, de paquidermos, ó de ungulados de los géneros perdidos, anoploterios, paleoterios y otros inmediatos, didelfos, aves, tortugas y peces de agua dulce; en Auvernia, con restos de animales aun mas numerosos pertenecientes á todas las clases y á un gran número de familias y de géneros aun existentes ó perdidos; en Soissons á fragmentos de un corto número de especies de mamíferos y de peces, sin duda mas por falta de investigaciones suficientes que por otra causa.

Podemos, pues, asegurar que antes de la época en que se han formado los terrenos terciarios, medios ó inferiores de naturaleza yesosa, caliza arenácea ó arcillosa, que se encuentran esparcidos en la superficie de nuestro suelo, existian en las selvas y bosques que cubrian la mayor parte, varias especies de vivenas, muy probablemente de las tres ó cuatro secciones que forman hoy el gran género, y que en este momento no se encuentran juntas mas que en Asia, especies que han desaparecido como vemos hoy desaparecer poco á poco la gineta, y aun la civeta y el icneumon aunque medio domesticados. Asi alrededor de nuestras lagunas y de nuestros golfos que alimentaban entonces cocodrilos, habitaban tambien icneumones, como sucede aun en algunos puntos raros ya del Egipto.

5.° El género de los *felis* constituye esa parte de la creacion encargada, en la armonía universal de los seres, de mantener en la superficie de la tierra el equilibrio en el mundo animal, y de impedir á las razas herbívoras extenderse y pulular demasiado, como se ven naturalmente conducidas á verificarlo por efecto del estado abundante é inmóvil del alimento que les basta; puesto que en Santo Domingo, donde no existian mas que perros, conejos y serpientes inofensivas, una sola vaca produjo en veinte y seis años ochocientos individuos de su especie.

Los caracteres específicos de este grupo de carniceros, bastante fáciles en las especies vivas, son por el contrario muy difíciles de distinguir en los fósiles, á causa de la gran semejanza del sistema dentario y de las diferentes partes del esqueleto; asi los paleontologistas han multiplicado las especies la mayor parte del tiempo sin poder caracterizarlas. Vamos á reunirlas tales como Blainville las ha reducido por su método rigoroso y su estudio tan profundo.

Primera especie *Felis spelæa, tigris cristata*; 2.ª, *F. leo, aphanista, prisca*; 3.ª, *F. antiqua* (pantera) *leopardus, arvernensis, pardinensis, ogygea*; 4.ª, *F. onza* (onza), *F.* (*cynailurus*) *minuta*; 5.ª *F. cultridens*; 6.ª F. *megantereon*; 7.ª *F. palmidens*; 8.ª *F. quadridentata*; 9.ª *F. macrura*; 10.ª *F. lynx ó lyncoides*; *antediluviana, issiodorensis, brevirostris, engiholiensis*, serval; 11.ª *F. subhimalayana*; 12.ª *F. catus* (gato), *ferus, magnus, minutus.*

Véanse, pues, doce especies que si se creyesen los catálogos de los paleontologistas, formarian veinte y ocho y casi todas perdidas.

Ahora bien, entre estas especies la mayor parte pertenecen á las divisiones actualmente conocidas de este género, las cuales son en número de mas de cuarenta especies; pero las hay que constituyen dos nuevas divisiones, una que presenta cuatro molares arriba y cuatro abajo, de donde vino su nombre de *quadridentata*; la otra notable por la longitud y la forma del canino superior, y que sin duda formaba una division entre los linces; esta es el *F. cultridens* y *megantereon*.

Los fragmentos sobre que reposan estas especies, han sido recogidos un gran número en Europa, y sobre todo en la Europa central, en los confines de la Alemania, en Bélgica, en Inglaterra, en el Mediodía de Francia y en la parte septentrional de Italia; en menor número en la India, y en muy corto número en la América: en condiciones geológicas muy diferentes, desde los terrenos terciarios medianos hasta el diluvion de las cavernas y de la superficie libre y aun quizá en el aluvion moderno, en las arcillas de Inglaterra, en las calizas terciarias, marinas del Langüedoc, etc. Estas osamentas, siempre en corto número, y nunca comparables á lo que hemos visto en los osos rara vez estaban aproximadas como procedentes de un mismo individuo, á no ser tal vez en la caverna de Lieja, y sobre todo en la de Lunel-Vieil, donde los huesos recogidos parecian proceder de un solo individuo el *F. spelæa*. Casi nunca son rodadas, y en la mayor parte de los casos estan fracturadas; su asociacion es sumamente variada entre ellas y respecto á las especies animales, con cuyos fragmentos se encuentran son roedores, rumiantes y otros herbívoros, y conchas de agua dulce; y en dos localidades, el crag de Inglaterra y la caliza marina de Montpellier, animales marinos. Quizá ninguna de sus osamentas se halla en su sitio, y los depósitos de naturaleza muy diferente en que se encuentran, estan siempre bajo la vertiente de montañas ó de paises elevados poco distantes.

Hay que añadir á todos estos hechos que existen aun especies de este gran género en Europa, en Asia, en Africa y en América; que en otro tiempo habia en Europa especies que hoy no existen, por ejemplo, los leones que vivian en Grecia en tiempo de Aristóteles que existian en cantidad mucho mayor en el periplo del Mediterráneo en tiempo de los romanos, puesto que aparecieron en los circos de Roma en un espacio de quinientos años, desde el año 176 antes de Jesucristo hasta Justiniano, cerca de tres mil panteras procedentes de periplo del Mediterráneo, dos mil doscientos leones de la misma procedencia, veinte y dos mil trescientos sesenta y tantos entre leones, panteras, tigres, linces y otros, lo cual da un total de cerca de veinte y siete mil seiscientos.

Asi en tiempo del emperador Probo, el número de los animales feroces habia disminuido de tal manera que hubo necesidad de introducir en los juegos animales no carniceros. Los emperadores de Constantinopla continuaron aun reuniendo y aun alimentando animales feroces, hasta el tiempo de los Cruzados que se vieron asaltados por leones y leopardos que el emperador Alejo hizo soltar contra ellos. Este mismo uso de alimentar tales animales se ha conservado por la mayor parte de los príncipes europeos hasta los últimos siglos. Esta es una prueba, no equívoca seguramente, de la accion del hombre sobre la disminucion de los animales; los pueblos han sido casi todos cazadores en su orígen. ¿Quién puede decir cuántas especies extinguidas hoy existian aun en tiempo de los romanos? Los autores que hablan de estos animales citan un gran número de ellos á los cuales no podemos aplicar los nombres que les daban. Por otra parte sus descripciones no son bastante específicas ni bastante características para que se pueda reconocer fácilmente todas las especies de que han hablado. No seria, pues, extraño que algunas especies que hoy no encontramos sino en estado fósil, hubieran dejado de existir desde los primeros siglos de nuestra era.

Siempre es cierto que desde los tiempos en que se producian por la degradacion de las formas precedentes, los terrenos terciarios medios, hasta aquel en que nuestro suelo ha sido cubierto por la enorme capa de terreno diluviano que se observa en una gran parte de Europa, ha existido constantemente en los extensos bosques que entonces la cubrian un número bastante considerable de especies de felis de tamaño muy diferente desde el de un caballo pequeño hasta el de nuestro gato; especies que eran para las poblaciones tan abundantes entonces de rumiantes y de paquidermos como veremos mas adelante, lo que son hoy los felis de Africa, de Asia y de América para los herbívoros de aquellas partes del mundo. Con la disminucion y la desaparicion de estos, determinada sin duda por las de los bosques y por las inundaciones parciales y generales, han debido sucesivamente disminuir y desaparecer las especies carniceras creadas para la armonía de los seres; pero parece que su desaparicion ha precedido á la de las otras especies menos dispuestas para comer solo carne; asi los osos y las especies pequeñas de la misma familia que pueden suplir la carne con otros alimentos han persistido mas tiempo. Por lo demás seria imposible fijar ni aun geológicamente, la época de su desaparicion completa, puesto que han podido existir especies aun en los primeros siglos de nuestra era.

La mayor parte de estas especies eran mas ó menos análogas á las que existen hoy en las dos grandes partes del antiguo continente, pero habia tambien algunas que parece no existen actualmente en la superficie de la tierra, y que llenan los vacíos de la serie; asi el *F. quadridentata* viene á unir los felis á los canis.

Segun esto, es evidente que no se debe considerar con Cuvier como incontestable el que los tigres y los leones, grandes y pequeños vivieran al mismo tiempo que los osos y habitaran en las mismas cavernas, donde se encuentran sus huesos con los de estos y los de las hienas; porque sin ser enteramente un chiste geológico, como Schmerling califica esta asercion, es por lo menos un contrasentido geológico, por no ser los animales de estos tres géneros de naturaleza apropiada para vivir juntos, sino que por el contrario han vivido siempre de la manera mas solitaria aun entre los individuos de una misma especie. Finalmente el yacimiento de los felis fósiles y su reunion en las mismas localidades con especies extinguidas y otras aun vivas, nos conduce siempre á la misma conclusion que para los grupos anteriores, á saber: que no ha habido cataclismo, ni grandes revoluciones, ni cambios muy notables en la superficie del globo desde su aparicion.

6.° El género *canis*. lobo, zorra, perro doméstico, chacal se encuentra mencionado desde muy antiguo; el perro doméstico, *canis familiaris*, no se ha conocido nunca en estado salvaje, lo cual es una observacion importante.

En los terrenos terciarios es donde se empiezan á encontrar canis fósiles: 1.° en la argilla plástica, ca-

liza pisolítica de Meudon, el *C. viverroides*, especie perdida; 2.° la misma especie se vuelve á encontrar en el yeso con el *C. lagopus parisiensis*, especie aun viva; 3.° la zorra en los esquistos de Œningen; 4.° el lobo, el chacal y la zorra, en el valle de Arno; 5.° el *C. brevirostris*, *issiodorensis*, *neschersensis*, *borbonidus* ó *megamastoides*, cinco ó seis especies de Auvernia, que se ha creido no poder referir á las especies actuales de Auvernia, pero quizá á falta de materiales suficientemente característicos; 6.° en la mayor parte de las cavernas de diluvion de Europa, el lobo, la zorra y el perro doméstico; 7.° en las cavernas del Brasil el *canis azaro* y restos del *canis* brachythelianos especies aun vivas en aquel país.

Otro tanto se puede decir de las brechas huesosas. En fin los aluviones, las hornagueras han presentado muchas veces restos fósiles de lobo y de perro doméstico, como sin duda continúan formándose en nuestros dias.

Los huesos de canis estan con osamentas de todos los géneros de mamíferos herbívoros y carniceros, de moluscos y de peces de agua dulce; con especies perdidas y especies aun existentes; nos conducen, pues, á la misma conclusion que los géneros anteriores.

7.° *Hienas*; no conocemos mas que dos especies de hienas en estado vivo, quizá tres; la hiena manchada, la hiena rayada y la hiena dudosa ó leonada, que no es probablemente sino una variedad de hiena rayada.

La hiena vulgar y rayada es la mas generalmente esparcida en Asia y en África, en todas partes donde existe el chacal; la hiena rayada existe sobre todo en el Mediodía del África. Es bastante probable que haya vivido una especie de hiena en Europa. Pero es cierto que esta parte del mundo ha alimentado en otro tiempo, y hasta en Inglaterra una especie poco menos carnicera que la del Cabo, la *H. spelæa*, y en el Mediodía de Francia otra intermedia entre esta y la hiena de las cavernas, pero probablemente poco diferente de esta última.

Los paleontologistas han multiplicado las especies de hienas como las de todos los demás géneros; véanse aquí reducidas á su número mas probable: 1.° la hiena vulgar viva y fosil; la *H. prisca* ó *Mlons-pessulana* fósil, *arvernensis* fosil, *fusca* viva, que no forman mas que una especie; 2.° la *H. perrieri* fósil; 3.° la *H. intermedia* fósil; 4.° la *H. spelæa major* y *minor* igualmente fósiles, sobre todo en la parte media de Europa; 5.° finalmente la *H. crocutta* ó hiena manchada á la cual se aproxima mucho la hiena de las cavernas.

Las huellas fósiles de hienas, empiezan á mostrarse en los terrenos terciarios, en la molassa y en el yeso, en el valle de Arno en Italia, y en los montes Sivalianos en Asia; despues en el diluvion de las cavernas en Alemania, en Inglaterra, en Bélgica y en Francia, en un diluvion libre, y aun el diluvion antiguo de Lawfort en Inglaterra, en Fontainebleau y en las cercanías de París, y sobre todo en la montaña de Perrier, cerca de Issoire, en Francia. Tambien se ha anunciado en el gran depósito terciario de Eppelsheim, pero esto no se ha confirmado.

El número de las osamentas de hienas, encontradas á un mismo tiempo en las diferentes localidades citadas, es mucho menos considerable que el de los osos, por ejemplo, y de lo que se cree generalmente segun una de las mas célebres, la de Kirkdale. En efecto, la lista exacta de todos los fragmentos de hienas citados por diferentes autores, en todas las localidades, elevaria el número de individuos de 230 á 240; si se quisiera considerar cada fragmento como constituyendo un individuo, el número seria mucho mas considerable; pero esto es imposible y en la mayor parte de los casos se ha demostrado ser falso.

En todas las localidades en que se encuentran osamentas de hienas, estan mezcladas y frecuentemente rotas, mas bien los huesos largos que los cortos, y mas bien la mandíbula que otra parte, confundidos con los de toda clase de animales mamíferos terrestres, herbívoros y carniceros, aves y reptiles, y aun en algunas localidades con osamentas de hombre, como lo han observado bien positivamente Schmerlingen en Bélgica y Marcelo de Serres en las cavernas del Mediodía de Francia.

Segun estas circunstancias y tambien segun el estudio del yacimiento de estos huesos de hienas, que se hallan en su mayor parte rotos, rodados y frecuentemente enterrado en capas arcillosas ó en una especie de brechas estalagmíticas, y aun pegados al techo de las cavernas, no se puede aceptar que la hiena se retiraba á las cavernas en que se encuentran, y que es ella la que ha llevado allí los huesos de los demás animales que se encuentran con los suyos. Ademas de los hechos geológicos se opone tambien á esta manera de ver, propuesta por Buckland y aceptada por Cuvier, las costumbres de este animal, que alimentándose de cadáveres, los devora siempre donde los encuentra en lugar de llevárselos enteros ó en parte á su guarida. Tampoco se debe considerar con Cuvier que ausencia de osamentas humanas, cuya presencia por otra parte se ha demostrado en muchas localidades como una prueba de que la especie humana no existia en la época del depósito de las osamentas en las cavernas; porque si es verdad que hoy las hienas como los lobos y como los perros mismos, atacan algunas veces los cadáveres humanos en ciertas circunstancias de necesidad absoluta, esta no es una razon para que lo hayan hecho en épocas en que nuestros paises, mucho menos poblados en primer lugar, estaban ademas cubiertos de bosques, y en que los rumiantes, su pasto armónico, eran abundantes en individuos y aun quizá en especies. Estas razas numerosas de ciervos, de bueyes y de caballos, han desaparecido en muy gran parte, porque los hombres han destruido los bosques, aniquilado ó por lo menos disminuido mucho los pastos libres y se han multiplicado prodigiosamente, y desde entonces una de las dos especies de hienas que habitaban nuestra Europa se ha retirado y concentrado únicamente en las otras dos partes del mundo antiguo; la otra ha desaparecido por completo.

Asi observamos en este género de mamíferos carniceros, lo que habiamos reconocido en la mayor parte de los otros, y sobre todo respecto de los felis y canis, es decir, que con el gran número de animales que poblaban tan abundantemente nuestras antiguas selvas y que han desaparecido en gran parte, vivian, por decirlo asi, proporcionalmente, no solo especies carniceras sanguinarias atrevidas, que obraban animosamente cuerpo á cuerpo como los primeros, ó mas habilmente y asociándose en su caza como los segundos para atacar á viva fuerza, y que los devoraban vivos, sino tambien especies menos animosas ó menos feroces, menos francamente carniceras, y por consiguiente mas repugnantes, á las cuales se reservaban sus cadáveres; las hienas eran aquí lo que son entre las aves de rapiña los buitres respecto á los halcones. Asi la armonía de las principales especies animales era entonces en Europa, por lo menos tan perfecta como lo es hoy; si es que no lo era realmente mas como mas inmediata á la época en que habia salido de la concepcion creadora y necesariamente se hallaba entonces menos alterada por el desarrollo fatal de la especie humana.

V. ORDEN. *Gravigrados*.—1.° *Lamantinos* ó gravigrados, elefantes acuáticos. Los lamantinos, que se habian colocado equivocadamente entre los cetáceos, son verdaderos elefantes profundamente modificados, no solo para buscar su alimento exclusivamente vegetal en el agua dulce y salada, sino tambien

para ejercer en ella todos los demás actos de la vida. Esto es lo que se demuestra por el exámen de su historia en la ciencia y por su comparacion con los cetáceos y los elefantes; por la forma general, por la consideracion de la piel de los órganos de los sentidos y de toda la organizacion, despues de haber expuesto en detalle, el sistema huesoso y el sistema dentario, para deducir los caracteres específicos seriales y aplicables á la paleontologia.

Las especies que no presentan sino modificaciones diferenciales de degradacion en el sistema dentario y no determinan diferencia alguna marcada en las costumbres y hábitos, no deben formar mas que un solo y único género que comprende en estado vivo cuatro especies bien distintas: 1.° el lamantino de la India ó dugong; 2.° el L. del Senegal; 3.° el L. de América; 4.° el L. de Steller ó boreal. Los lamantinos del Tabernáculo, del Orinoco y latirrostro no son suficientemente distintos para constituir especies, y deben ser referidos á las anteriores; en estado fósil hay dos nuevas especies; el L. de Cuvier (*M. Metaxytherium*) y el L. de Brocchi (*M. Cheirotherium*).

Pero el L. de Schinz (*M. pugmeodon*), el L. dudoso (*halitherium*), el L. de Cuvier (*metaxytherium Cuvierii*), el L. de Studer (*M. halianassa)*, el L. de Christol (*M. halitherium*), no estan bastante caracterizados para constituir especies.

Todos los lamantinos han sido hallados en golfos antiguos: en el golfo del Loira, en los alrededores de Angers y de Rennes, en los golfos del Ródano, en Montpellier, del Garona, del Rhin, del Danubio, en el del Sena, del Po y del Nilo.

Los lamantinos estan muchas veces reunidos en esqueletos ó partes de esqueletos, en diversos terrenos terciarios. Segun la posicion de estos huesos á orillas del mar ó en las de una embocadura de rios grandes, la naturaleza de los otros cuerpos organizados, concomitantes, difiere, pudiendo estos cuerpos ser marinos ó terrestres.

Asi, como resultado general, se debe reconocer, que dos ó tres especies distintas de mamíferos acuáticos, de un género que no se encuentra hoy en muy gran parte mas que entre los trópicos, han existido antiguamente en todos los grandes golfos de nuestros mares de la Europa central y meridional; pero esto no es una razon para deducir que nuestros paises gozaban, en aquella época de una temperatura mas elevada, tanto mas, cuanto que aun existe hoy una especie en el mar Glacial. Esto es tambien una nueva prueba de que las especies fósiles, cuyas análogas no conocemos, no son mas que términos extinguidos de la serie animal, producida por el pensamiento del poder creador, y de ningun modo, como se ha dicho demasiado frecuentemente, y como se repite aun todos los dias, restos de una antigua creacion que habria cedido el puesto á una nueva mas perfecta, como es tan fácil de decir, sin poder dar prueba alguna legítima en favor de una opinion tan aventurada.

2.° *Elefantes.* Este género comprende las especies de dientes laminosos, elefantes, y las especies de dientes mamelonados, mastodontes. No hay, en efecto, otra distincion que permita hacer dos géneros; toda la organizacion es la misma, y ademas, sus dientes se parecen en lo restante, excepto en la corona mas ó menos pronunciada. Se puede, pues, afirmar, que, como los elefantes actuales, los elefantes del antiguo mundo vivian, y quizá aun mas, en los grandes valles, en las orillas de los rios grandes, en las de los golfos, y de sus embocaduras, y que se alimentaban de arbustos y de las plantas gruesas que crecen en ellos con abundancia, revolcándose en las aguas poco profundas y en el cieno, como hacen la mayor parte de los paquidermos actuales. Segun estos, las especies de dientes laminosos, y las de dientes mamelonados, forman un órden serial de las especies mas distantes á las mas próximas de los dinoterios que deben seguir, y que parecen verdaderamente intermedias entre los gravigrados terrestres y los gravigrados acuáticos ó lamantinos.

Los elefantes de Asia y de Africa, en los tiempos antiguos, han sido muchas veces empleados en las guerras; y sin hablar de su numeroso uso en los demás pueblos, se cuentan, en el espacio de unos cuatrocientos años, seiscientos elefantes lo menos transportados y muertos en Italia, y por consiguiente, se ve cómo ha sido posible suponer que sus grandes huesos, y sobre todo sus dientes, han podido haber sido arrastrados por las inundaciones y sepultados en las capas aluviales, donde se les encuentra en diferentes grados de conservacion. Esta hipótesis sobre el orígen de todas ó una parte de las osamentas de elefantes que se encuentran en Italia, pareceria ser confirmada por la opinion de Armandi, que cree, que los emperadores romanos, en la época en que los espectáculos del circo eran los medios mas seguros de conservar el favor popular, habian formado sitios de depósito en que estos animales eran alimentados, mantenidos, y ademas habian establecido una especie de hospital, donde se les cuidaba cuando estaban enfermos.

Pero si se pueden atribuir á esta causa algunas de las osamentas de Italia, no sucede lo mismo con la inmensa cantidad de elefantes, cuyos restos fósiles se han encontrado en Europa; estos han vivido ciertamente, en los paises donde se les encuentra; en efecto, se observan en todos los valles de los grandes rios, en las vertientes, en los mares y en los grandes golfos, en direcciones que se hallan en relacion con la corriente de las aguas; ademas se encuentran mezclados con los restos de otros animales todavía indígenas y aun con osamentas humanas.

La especificacion de los elefantes lamelidontes, aplicable á la paleontologia, reposa únicamente sobre la estructura de los dientes molares, cuyas láminas componentes presentan, cuando se desgastan, listas de esmalte de bordes paralelas, como el elefante de Asia, ó angulosas hácia el medio, de donde resultan los arages, como en el elefante de Africa. Ahora bien, segun estos caracteres, todas las pretendidas especies fósiles de Europa, establecidas sobre diferencias de tallas y de proporciones de las partes que no son en manera alguna específicas, pueden todas referirse al elefante de la India, que vive todavía hoy. El mamut de Siberia, el *E. primigenius*, etc, se hallan en este caso.

No sucede lo mismo con la division de los mastodontes, ó elefantes de dientes mamelonados, bastante conocidos ya por Buffon. Sus dientes molares en el mismo número de seis en cada mandíbula que en los lamelidontes, estan erizados de puntas dispuestas con mas ó menos regularidad en series transversales; este carácter, y la presencia de colmillos pequeños abajo, pero solo en la juventud ó en el sexo masculino adulto, constituyen especies distintas y que no se conocen mas que en estado vivo. Pero el par de colmillos largos arriba, y todos los demás caracteres, los reunen en el solo género elefante. Se ha contado un gran número de especies nominales, y si se hubiera de creer á los paleontólogos, habria ya muy bien veinte especies de mastodonte, establecidas ya por la tabla, ya por la localidad en que se han encontrado. Pero Blainville, por medio de su método rigoroso, y con los materiales mas abundantes sobre todo, procedentes de Sansan, ha llegado á demostrar que las veinte especies de elefantes mastodontes, se reducian á cuatro todas fósiles y limitadas, una al antiguo continente europeo y aun quizá al indio, *E. angustidens*; una segunda al Sur de América, sobre las dos vertientes de las cordilleras, *E. Humboldtii*; una tercera, al Norte de América, sobre las dos vertientes

de los Alleghanys, desde el lago Erie, hasta Charlestown, *E. Ohioticus* (mastodonte del Ohio); finalmente, una cuarta, europea, dudosa, *E. tapiroides*, que podria muy bien ser la edad jóven de la anterior.

Los huesos de mastodontes han sido hallados en los terrenos terciarios medianos é inferiores, pero nunca en las cavernas en Europa. En América, por el contrario, se han encontrado en las cavernas y en los aluviones poco antignos. Estas osamentas se hallan asociadas á especies perdidas y especies aun vivas, en Europa, donde se ha puesto en duda el hecho.

Como quiera que sea, todas las especies fósiles vienen á reanudar los eslabones de la serie y á establecer un paso desde los elefantes vivos hasta los dinoterios y tapires. Su desaparicion se explica por su gran masa, su poca fecundidad, la dificultad de encontrar un alimento bastante abundante en valles solitarios, cuando la especie humana ha empezado á multiplicarse sobre la tierra. Asi, pues, obtenemos las mismas conclusiones que para todos los grupos ya estudiados.

3.° *Dinotherium*. La historia del descubrimiento del *dinotherium* es uno de estos ejemplos notables, cuyo peso destruye las pretensiones exageradas de reconstruir un animal con un solo hueso. En efecto, Cuvier tenia á su disposicion varios dientes de este animal, y con ellos hizo un tapir gigantesco y le dió como una prueba de que con un solo hueso se podia reconocer un animal; sin embargo, en varios trabajos sucesivos tergiversó la determinacion, cuando posteriormente el descubrimiento de una cabeza entera vino á demostrar que aquel animal no era un tapir, sino un animal desconocido que se denominó *dinotherium*, y del cual se hizo ya un perezoso ó un pangolin, ya un cetáceo, ya alguna otra cosa, finalmente, en 1837, habiéndole visto Blainville en Paris, manifestó la opinion de que podria muy bien ser alguna cosa intermedia entre los elefantes mastodontes y los lamantinos. Esta manera de ver ha sido generalmente aceptada y demostrada cada vez mas. A pesar de estas primeras divergencias, y de la falta de materiales, esto no ha impedido á los paleontólogos proponer, segun su costumbre, ya diez especies de este género, en el cual Blainville ha demostrado por fin, que se podian reconocer todo lo mas dos en el estado actual de la ciencia. Estos restos fósiles han sido hallados únicamente en Europa en los terrenos terciarios, con los mastodontes y animales acuáticos. Se supone que los dinoterios eran gravigrados acuáticos, probablemente de agua dulce.

VI. *Ungulogrados* (paquidermos). 1.° *Rinoceronte*. Aunque este nombre indica el carácter distintivo del género, por la existencia de uno ó varios cuernos en la nariz, sin embargo, hay rinocerontes vivos de la India que carecen de este cuerno; se ha descubierto tambien una especie fósil que estaba igualmente desprovista de él, y que por esta razon ha sido denominada *acerotherium* (animal grande sin cuernos).

El cuerno no puede, pues, ser el carácter distintivo de este género, pero este carácter se fundará en el número de los dedos que son constantemente tres en cada miembro, y en el sistema dentario los rinocerontes habitan al presente en Asia y en Africa; sus costumbres son las de todos los paquidermos; buscan los lugares bajos y húmedos, las grandes corrientes de agua, los pantanos, en los cuales se revuelcan, y se alimentaban de yerbas, arbustos y ramas de árboles.

Se han descubierto un gran número en estado fósil; en este estado se conocen desde hace mas de cien años sin ninguna duda; se les ha encontrado casi en todos los lugares en que se han hallado huesos fósiles de elefantes, lamelidontes y mastodontes, lo cual se podia prever por su organizacion y sus costumbres.

Haciendo consistir el carácter específico, como siempre, en la degradacion serial, y por medio del estudio de una gran masa de rinocerontes vivos y fósiles, que nadie habia tenido antes que él, Blainville ha llegado á demostrar las conclusiones siguientes:

«En el número de los animales mucho mas abundantes que hoy, que poblaban nuestros continentes asiático-europeos, formando la mitad boreal-occidental del antiguo mundo, han existido tres especies bien distintas de rinoceronte, que con las cuatro ó cinco que viven todavía en los puntos mas remotos de la otra mitad, formaban una pequeña serie decreciente bajo el concepto del cuerno nasal, y creciente bajo el de los dientes incisivos y el número de los dedos en los piés de delante.

»Asi, exceptuando quizá los individuos cuyos cadáveres han sido arrastados y sepultados en los inmensos aluviones de las partes menos boreales de la Siberia, se puede decir que han vivido en el país en que se encuentran hoy sus restos fósiles.

»Estos restos se han encontrado hasta ahora en depósitos de edad muy diferente, desde los terrenos terciarios medios hasta los diluvianos y quizá el aluvion antiguo.

»No es, pues, una sola y única catástrofe la que ha destruido estas especies, que habitaban entonces los paises en que se encuentran sus esqueletos, súbitamente, por una revolucion, digámoslo así instantánea que habria cambiado bruscamente el clima como lo ha supuesto primero Pallas, y como lo ha adoptado despues Cuvier.

»No puede ser una fuerza humana ó animal la que ha colocado los cadáveres resultantes de esta destruccion sucesiva en ciertas condiciones, como por ejemplo lo sostiene todavía, aunque á mi parecer solo el profesor Buckland, respecto á los huesos de rinoceronte encontrados en las cavernas, que supone haber sido conducidos allí por las hienas, como parte de su presa.

»Nos parece mas racional admitir en la hipótesis de Buffon, ó en la mas sencilla todavía de especies propias de nuestro clima, que diferentes corrientes de agua mas ó menos rápidas y abundantes son las que en diferentes épocas, desde aquella en que se formaran los terrenos terciarios medios, hasta la de los diluviones antiguos, reuniendo los cuerpos de los grandes animales muertos en la superficie de la tierra, despues de haberse refugiado en partes bastante elevadas de nuestros continentes, los han arrastrado sucesivamente mas ó menos lejos, separándolos muchas veces en el camino, primero la especie de incisivos, despues la que carece de ellos, hasta su entera destruccion. Las dos ó tres especies europeas parecen haber empleado bastante tiempo en desaparecer de la superficie de nuestros continentes, es decir, desde la formacion de los terrenos terciarios medios, hasta la del gran diluvion, mientras que la especie de la India, aunque ha dejado huellas y en gran abundancia en la molassa terciaria de las faldas del Himalaya, no se ha extinguido aun en la India y en el continente asiático.

»Los rinocerontes se hallan en el caso de los elefantes que á causa de su gran talla y de su uniparidad bisanual han perecido muy pronto, es decir, de los primeros entre los animales terrestres, á consecuencia sobre todo de la multiplicacion de la especie humana en la superficie de la tierra. Sus osamentas igualmente muy grandes, al mismo tiempo que ofrecian mas presa á las aguas de los torrentes, eran tambien mas á propósito para ser conservadas á causa de su masa, lo cual era mas fácil aun respecto á los huesos del rinoceronte, que son de un tejido mucho mas compacto y casi mineral.

»Por último é igualmente que los elefantes, un grupo, el de las especies de incisivos (*R. incisivus*), ha desaparecido el primero, como los elefantes mastodontes con que se encuentran; despues un segun-

do, el de las especies sin dientes incisivos, como los elefantes lamelidontes, cuyas osamentas se encuentran con las de aquellos en las formaciones menos antiguas, lo cual se continúa, por decirlo asi, á nuestra vista. Dos ó tres eslabones de la serie animal son, los que han sido destruidos antes de otros congéneres que existen aun en las partes menos habitadas del antiguo continente, y que no pueden en manera alguna ser consideradas como transformaciones de aquellos, y menos aun como producto de una nueva creacion, segun es hoy casi moda en geologia suponerlo para cada estrato de los terrenos de sedimento.»

Los *tapiros* son un género intermedio del rinoceronte al caballo. Se conoce una especie, quizá dos, de América y una tercera del archipiélago indio, si acaso es una especie distinta.

Se ha encontrado otra en estado fósil en Europa. Los paleontólogos han querido formar varias especies fósiles, pero se ha demostrado hoy que no hay realmente mas que una que se aproxima mucho á la especie viva de la India sino es la misma. Estos restos fósiles se han encontrado en Auvernia en las cercanías de Issoire, en el Velay, cerca del Puy; las otras en Alemania, en las cercanías de Eppelsheim, por consiguiente en terrenos terciarios y en aluviones mas recientes, con osamentas de especies perdidas y otras aun existentes. Asi este género ha dejado señales en los terrenos terciarios antiguos, en los aluviones modernos, y no ha desaparecido aun de la serie animal.

3.° *Palæotherium*, *laphiodon*, *anthracotherium* y *chæropotamus.* Este género extinguido, cuyos restos son tan comunes en los terrenos terciarios de la Europa centro-meridional, establece el paso y llena el claro entre los rinocerontes y los hipopótamos y géneros inmediatos, por su sistema digital que de impar se vuelve bisulco y pasa á los paridigitados constantes, y que por su sistema dentario, cuyos caninos pierden su carácter rebajándose, y los incisivos inclinándose hácia los lados arriba; los de abajo haciéndose por el contrario terminales y arrastrando consigo á los caninos, y de esta manera resulta una barra que se aumenta poco á poco y acaba por convertirse en lo que es en los rumiantes.

Este grupo de animales cuyos restos llenan la cuenca supercretácea de París, es el que ha conducido al estudio positivo de la geologia, y que ha servido tambien á Cuvier para ostentar sus tesis de las revoluciones y la pretension de reconstruir un animal con un solo hueso. Ademas Cuvier se ha aventurado á cubrir estos esqueletos, tan temerariamente restablecidos, con su piel ó su envoltura sensorial, y de este modo dice Blainville, ha dado lugar á esas representaciones fantásticas de los geólogos ingeniosos, como se les llama algunas veces, en las cuales se nos han presentado en los cuadros del antiguo mundo plesiosauros y otros animales que se supone volaban.

Blainville prueba que debemos á Guettard y Lamanon el primer conocimiento un poco racional de estos animales, y aun que Guettard habia explicado el yacimiento de estos fósiles poco mas ó menos como se vuelve á hacer hoy contradictoriamente á la hipótesis de Cuvier, que supone vivian en el mismo punto los animales de que proceden.

En sus primeras memorias sobre estos animales, siguió Cuvier un camino enteramente opuesto, y no tuvo en cuenta los trabajos de sus antecesores. Asi se engañó hasta el punto de hacer á estos animales carniceros, cuando posteriormente habiéndolos estudiado mejor, se vió obligado á reconocer que eran herbíboros paquidermos, cosa que Lamanon habia dicho ya.

Fundándose en la talla y en las localidades en que se habian encontrado las osamentas fósiles, Cuvier y despues de él los paleontólogos, han llegado á proponer mas de quince especies de paleoterios. Pero como no hay mas especies que las que llenan los grados de la serie, y aquí el carácter serial está tomado del sistema digital y dentario, como hemos visto, estas numerosas especies se reducen mucho. Fundado en estos caracteres y en el conjunto del esqueleto, Blainville ha reconocido lo mas cinco especies de paleoterios, formando un tipo bastante distinto, á cuya cabeza se coloca el P. de Orleans, comprendiendo el de Montpellier, Argentan y Sansan, como mas inmediato al caballo y al rinoceronte, y que debe terminar en el P. de Issel y el *P. minus*, como mas inmediato á los lofiodontes y antracoterios.

Lo que se habia hecho con los paleoterios se ha hecho con los lofiodontes, en los cuales se han creado por lo menos diez y seis especies nominales, que los verdaderos caracteres específicos reducen á tres en el estado actual de la ciencia; estos son: el *lophiodon communis*; *L. minus ó minimum*; *L. anthracoideum.*

Los antracoterios toman su nombre de que los primeros han sido encontrados en los lignitos ó carbones poco antiguos. De todas las especies de antrocoterios propuestos hasta aquí se podrian quizá aceptar cinco ó seis, comprendiendo el choropótamo (cerdo de agua).

Asi en el estado actual de la ciencia, Blainville aceptaria dos cortes genéricos en este grupo, uno bajo el nombre de *palæotherium* y el otro de chæropótamo, para indicar sus relaciones con los cerdos. Ninguna especie viva conocida podria intercalarse entre estas especies fósiles, pero el ejemplo reciente del descubrimiento del *moschus aquaticus* del golfo de Guinea, intermediario de los paquidermos á los rumiantes, puede autorizar á pensar que se podrá igualmente descubrir una especie viva del género de los paleoterios ó de los antracoterios. Veamos por lo demás las especies susceptibles de ser caracterizadas.

Género Palæotherium: seccion I; 1.° *P. Aurelianense* (*Monspessulanum*, *equinum ó hippoides*); *P. commune* (*magnum*, *girondicum*, *medium*, *indeterminatum*, *crassum*, *Velaunum*, *curtum*); 3.° *P. Isselaunum ó Isselense.* Seccion II. *P. minus* y *minimum.*— Seccion III. Lophiodontes. 1.° *L. commune* (*tapirotherium*, *Occitaneum*, *buxovillanum*, *tapiroides*, *medium*); 2.° *L. minus*; 3.° *L. anthracoideum.*

Género Chœropotamus ó Anthracotherium; 1.° *A. Velaunum*; 2.° *A. magnum* y *Alsaciacum*; 3.° *A. Parisiense* (chœropotamo); 4.° *A. minimum*; 5.° *A. gergovianum*; 6.° *A. minutum.*

Los restos de paleoterios y de antracoterios se han encontrado hasta aquí en los terrenos terciarios desde los mas antiguos hasta los medianos inclusive; quizá aun en los superiores, pero nunca en el diluvion y los aluviones. Estan asociados á los mastodontes y á los rinocerontes; parecen, pues, haber desaparecido de los primeros, aunque poco á poco y sucesivamente; se hallan en formaciones de agua dulce y algunas veces marinas. Llegamos, pues, aun á las mismas conclusiones que anteriormente.

4.° *Hipopótamo y cerdo.* El hipopótamo es un animal que vive en los rios grandes y á sus orillas donde encuentra cañas en abundancia; busca la soledad. Sus caracteres especiales y específicos reposan en el sistema digital par y en el sistema dentario. Los paleontologistas han propuesto hasta nueve especie de hipopótamos fósiles, de los cuales algunos no son ciertamente hipopótamos, si no lamantinos y mastodontes.

No se conocen hipopótamos vivos mas que en Africa, confinados al presente en Nubia y en Abisinia, y bastante abundantes desde el puerto Natal hasta el cabo de Buena Esperanza; sin embargo, desde 1829 hasta 1843 la caza les ha disminuido mucho á causa de su carne y de su grasa. Son tambien comunes en los rios del Africa occidental.

Han existido en otro tiempo en Europa, en el periplo del Mediterráneo. No se han encontrado en el Norte mas arriba de Inglaterra, en los valles del Avon y del Támesis, donde se encuentran tambien cocodrilos, que aun hoy viven en los mismos lugares que el hipopótamo. En Francia se ha encontrado un corto número de piezas fósiles de hipopótamo en las partes septentrionales; pero avanzando hácia el Mediodía se hacen mucho mas numerosas. En Italia y sobre todo en la vertiente de los Apeninos en el Mediterráneo, es dondo se ha recogido el mayor número de osamentas y de dientes procedentes del hipopótamo; se encuentran tambien en gran número en Sicilia y en las grandes islas del Mediterráneo en cavernas llenas de brechas. Se han encontrado tambien en los montes Sub-Hymalayas.

Ahora bien, todos los restos fósiles encontrados en Europa pueden referirse á una sola especie, que es la que aun vive en Africa; el hipopótamo fósil de los Sub-Hymalayas, parece formar una especie distinta con el nombre de H. sivaliano. Asi las nueve especies de los paleontologistas se reducen á dos, de las cuales una sola parece extinguida.

No se han encontrado aun restos fósiles de hipopótamos mas que en los terrenos superiores á la creta, pero jamás todavía en los terrenos terciarios inferiores ni aun medianos; hasta aquí siempre es en los terciarios superiores, en el diluvion y en las cavernas; acompañados de elefantes, lamelidontes y mastodontes, de rinocerontes *incisivus*, del tapir, en Auvernia y en el valle de Arno. Estas osamentas de hipopótamo estan fracturadas, algunas veces tambien redondeadas, mas ó menos dispersas, pero siempre en los puntos que eligen estos animales vivos.

No pueden pues servir para opoyar, quizá ni el sincronismo de los estratos donde se encuentran, y aun menos la teoría de las catástrofes producidas por una inmensa inundacion del mar de las Indias, que habria atravesado el Cáucaso para venir á Europa, puesto que no se encuentran hipopótamos en las regiones que esta inundacion habria debido cubrir.

Cerdo, sus, jabalí Este animal constituye con los hipopótamos un anillo de la cadena, ó un grado bien marcado de la serie mamalógica intermedia de los paquidermos y de los rumiantes. Este género contiene algunas especies vivas y fósiles: el *sus mastodontoideus* fósil de Malta, y quizá de la cuenca de Burdeos; el *S. tapirotherium* fósil en los depósitos terciarios de Sausan; 3.° *Sus antiquus* fósil en el depósito terciario de Eppelsheim y en Montabuzard; 4.° *S. torquatus* ó péccari, que vive exclusivamente en América, y fósil en las cavernas del Brasil; 5.° *S. babirussa*, vivo exclusivamente en ciertas islas del Archipiélago indío; 6.° *S. antidiluvianus* y *palæocherus* fósil en Eppelsheim; 7.° *S. arvenensis* fósil en Auvernia y en Sausan; 8.° *S. larvatus*, vivo en Africa, en todas las partes occidentales asi como en Madagascar, y fósil en Alemania, en los faluns de Anjou y en las arenas marinas de Montpellier; 9.° *S. scrofa*, jabalí ó cerdo, que vive salvaje en todas las partes del antiguo continente, y aun en los puntos Norte del Africa, domesticado actualmente en todas las partes del mundo donde la civilizacion ha penetrado, fósil en un gran número de puntos de Europa y de Argelia; esta es la especie que se encuentra mas frecuentemente en estado fósil en Europa; en Inglaterra en los terrenos terciarios, en Francia y en Bélgica en los terrenos movedizos y en las cavernas; 10. *S. sivalensis*, exclusivamente fósil en la vertiente de los Sub-Hymalayas; 11. *S. æthiopicus*, vivo exclusivamente en todo el Africa meridional, y fosil en las cavernas de la Argelia.

Asi las especies fósiles lo son en el país mismo donde sus idénticas y sus análogas viven aun hoy; y es muy notable que la Europa septentrional que no posee especies vivas, no ha presentado hasta aquí fósil alguno; y en Cuba donde la especie doméstica ha sido transportada por los Españoles se la encueatra fósil, y este hecho no deja de ser significativo.

Los cerdos fósiles se encuentran con restos de toda clase de mamíferos vivos y fósiles; y sus diversos yacimientos prueban que, como todos los demás, han desaparecido sucesivamente y no por catástrofes.

Asi: 1.°, entre los mamíferos fósiles la mayor parte existen aun como especies actualmente.

En los monos, los fósiles de la India son aun las especies que viven allí; en Europa, una especie perdida; En América, los fósiles son tambien de las especios que viven allí.

En los queirópteros, siete especies próximamente son fósiles y vivas en el mismo país; dos son indeterminadas.

En los insectívoros, seis especies son vivas y fósiles en el mismo país; cuatro parecen perdidas.

En los osos, tres especies, una en Europa, otra en las Indias, y otra en América, vivas y fósiles en estos mismos paises. Dos especies en Europa parecen extinguidas.

En los osos pequeños siete especies fósiles, análogas á las especies vivas de los paises donde se las encuentra; una especie viva y fósil en el mismo pais.

En las mustelas, por lo menos ocho especies vivas y fósiles en los mismos paises, y cuatro fósiles que no existen en el país.

En las viverras, seis especies fósiles que no viven en los mismos paises.

En los *felis*, diez especies análogas á las vivas, pero no siempre en el mismo país; y dos especies lo mas que no son conocidas.

En los *canis*, siete especies fósiles aun vivas, la mayor parte en los mismos paises; una perdida y algunas dudosas é indeterminadas, que darian seis á nueve especies perdidas.

En las hienas, dos, quizá tres especies vivas y fósiles; tres, lo mas cuatro, únicamente fósiles.

En los lamantinos, dos ó tres especies fósiles.

Entre los elefantes, una especie viva y fósil, y cuatro, á lo mas seis, fósiles.

En los dinoterios, dos especies fósiles.

En los rinocerontes, cuatro ó cinco especies vivas, de las cuales algunas son fósiles en el mismo país; tres especies fósiles lo mas cuatro.

En los paleoterios, veinte y cinco especies fósiles.

En los hipopótamos, una especie viva y fósil; una especie extinguida.

En los *sus*, cuatro especies vivas y fósiles en los mismos paises y seis fósiles.

Lo que nos da por resultado zoológicamente cierto, unas ciento cuarenta especies bien determinadas; y en este número cincuenta y dos especies fósiles de todos los terrenos terciarios viven aun actualmente; y ochenta y ocho parecen extinguidas; por resultado menos cierto á falta de elementos suficientes, pero sin embargo probables, ciento cincuenta y dos especies fósiles, de las cuales cincuenta y dos ó quizá sesenta y dos viven aun, y noventa ó ciento se habrian extinguido; de estas ochenta y ocho ó cien especies perdidas, sesenta y siete tienen sus análogas vivas y pertenecen á géneros aun existentes; treinta y tres solamente forman once ó doce géneros nuevos, los géneros *felis cultridens*, *felis quadridentata*, *mastodonte*, *dinotherium*, cuatro géneros de paleoterios, tres géneros de lofiodontes, y el género *chœropotamus*, de los cuales los dos primeros pertenecen á los carniceros y los otros diez á la gran familia de los paquidermos y vienen á llenar los vacíos.

Está pues demostrado que los fósiles son de la creacion actual.

2.° Las especies perdidas se vuelven á encontrar con especies aun vivas; ademas, unas y otras se en-

cuentran con restos fósiles del hombre; esto está demostrado en varios puntos, tanto respecto á las especies extinguidas como á las especies aun vivas.

3.º La gran mayoría de las especies idénticas no se han hallado fósiles mas que en los paises donde viven aun; y las especies extinguidas que no se vuelven á encontrar, han debido vivir tambien en los paises donde se encuentran; esto está ademas probado por el yacimiento. En cuanto á las especies que aun viven pero no en las comarcas donde son fósiles, la mayor parte han desaparecido de estos paises desde hace muy poco tiempo; esto está probado por los osos y por algunos felis.

4.º La destruccion de los bosques, la desecacion de las grandes corrientes de agua, y sobre todo la extension y multiplicacion de la especie humana han hecho desaparecer la mayor parte de estas especies animales.

La conclusion rigorosa es pues aquí, como para la geologia mineral, que es imposible aceptar una ó mas creaciones anteriores á la que aun existe en parte; que las hipótesis de catástrofes y de revoluciones son inadmisibles y absolutamente contrarias á los hechos mas generales; que las causas que obran actualmente son las mismas que han producido el suelo que estudiamos; que este suelo está formado desde la creacion del hombre; que por consiguiente, sus estratos y sus capas en su órden de superposicion no tienen relacion alguna con los seis dias de la creacion, y que todos los escritores que han pretendido demostrar esta relacion estan engañados; y los que se obstinasen aun en querer encontrar y sostener esta supuesta relacion, perderian su trabajo, su tiempo y se colocarian completamente fuera de la ciencia positiva.

CAPITULO VII.

Despues de haber seguido en detalle los principales progresos de la geología en su desarrollo histórico, es necesario para precisar bien la cuestion, resumir en dos cuadros opuestos la serie de los esfuerzos de las dos tendencias geológicas, de la tendencia hipotética y de la marcha positiva que, por una bifurcacion singular, parten las dos de Buffon. Resumiremos primero la tendencia hipotética.

Buffon, en sus Epocas de la naturaleza, y en su hipótesis sobre el origen de la tierra desprendida del sol por la cola de un cometa, abre el camino á la geologia hipotética; crea la tierra y los seres á su modo sin tener en cuenta las leyes conocidas, la tierra abrasada se hincha al enfriarse; estas hinchazones son las montañas primitivas; las aguas primero en vapores, se liquidan, y los primeros seres organizados nacen de sí mismos; y dan orígen á las calizas, etc. Habiendo aumentado el enfriamiento, la mayor parte de estos seres perecen y son reemplazados por otros; y asi consecutivamente. Para todas estas operaciones encuentra fácilmente tiempo y cuenta siete grandes épocas de algunos millares de años cada una, de manera que la tierra podria muy bien tener sesenta, ochenta ó cien mil años de fecha.

Para Deluc, como para Buffon, los dias de la creacion son épocas ó períodos indeterminados que se pueden extender á voluntad. Pero en lugar del calor primitivo de Buffon, la luz y las precipitaciones químicas unidas á la accion de las aguas, son las que forman aquí la costra sólida del globo y los primeros depósitos. Los vegetales creados en la tercera época han formado las hullas y los carbones; despues los nuevos cambios operados por el sol, han preparado nuevas condiciones; la quinta y la sexta época, ven perecer los animales por catástrofes y dar orígen á los fósiles. El sexto período formó las capas movedizas de nuestros continentes, y la disminucion del calor hizo como para Buffon, emigrar los animales terrestres cuyos restos encontramos en las comarcas del Norte.

Werner, en sus ensayos poco felices de geogenia, ha querido tambien explicarlo todo por épocas y por los precipitados químicos, por la disminucion y el crecimiento alternativo del nivel de las aguas, lo que ha valido á sus discípulos el nombre de Neptunianos.

Acogiendo las hipótesis de Deluc, de Buffon, de Woodward y de los teólogos naturalistas de la reforma, Cuvier acepta tambien el sistema de las épocas ó períodos indeterminados; pero en lugar de explicarlos por el fuego como Buffon, por los precipitados químicos etc., como Deluc, por la elevacion y descenso de nivel de los mares, como Werner, conduce y retira sucesivamente las aguas de los mares sobre los continentes para sepultar y fosilizar los vegetales y otros animales. Despues de la retirada de los mares, otros vegetales y otros animales, son creados y despues destruidos de la misma manera, y asi sucesivamente durante varios períodos largos. Deluc, al menos, conservaba el órden de la creacion mosáica; pero Cuvier, imitando y excediendo el atrevimiento de Buffon, crea y destruye tantos seres como necesita para su hipótesis, sin explicar no obstante como Buffon la manera de que se han verificado estas creaciones, que indudablemente no tienen relacion alguna con la creacion del Génesis. Ahora bien, todas estas creaciones y estas destrucciones se habian introducido únicamente para explicar los fósiles que Cuvier afirmaba diferir totalmente de los seres que viven en la actualidad, y tanto mas cuanto mas antiguos eran y se encontraban á mayores profundidades. Ademas para esplanar esta hipótesis, Cuvier fundó desgraciadamente la paleontologia sobre principios enteramente falsos; así pretendió reconstruir un animal con un solo hueso ó una sola faceta de hueso; él pudo engañarse en la aplicacion de un principio tan falso, pero esto no impidió al principio hacer fortuna; de aquí esas creaciones fantásticas de animales fósiles que los paleontólogos han creado á porfía. A pesar de esto debe hacerse justicia á Cuvier por el impulso que ha dado á la ciencia y los materiales que la ha reunido, y que mejor empleados y aumentando el número, han servido para corregir los errores que le hizo cometer la falta de tiempo y la ocupacion de tantos asuntos como le ofrecia continuamente la ciencia.

Comunicado el impulso á las hipótesis, Adolfo Brongniart sirviéndose de la ciencia, por medio de sus investigaciones sobre la flora fósil, supone tambien cuatro grandes períodos, que explica á su manera inscribiendo sin embargo la refutacion al márgen.

Elías de Beaumont, cuyos trabajos y observaciones han sido tan útiles al progreso, acepta sin embargo la hipótesis de las épocas, poco mas ó menos como Cuvier; pero ademas agrega á ellas la causa de las irrupciones y de las retiradas sucesivas del mar por medio de su hipótesis del alzamiento de los diferentes sistemas de montañas, y por cálculos proporcionales; sobre la masa de los carbones de piedra, por ejemplo, trata de fijar la edad absoluta del globo.

No satisfechos con las hipótesis anteriores que cuadraban mal con el Génesis, Buckland y Chalmers, proponen reemplazarlas con una creacion anterior á la que Moisés nos refiere; esta creacion anterior explicaria, segun ellos, los fósiles y el tiempo que creen necesario para su formacion. Esta formacion anterior como todas las hipótesis precedentes no tiene relacion alguna con las leyes conocidas, con las causas que obran actualmente.

Sin embargo, estas diferentes hipóteeis han sido aceptadas por escritores católicos, animados de excelentes intenciones; pero que no habian estudiado las ciencias ó que escribian solo por lo que habian oido. Estas hipótesis que han servido de base al ra-

cionalismo y á la exegesis naturalista, han pasado á la enseñanza de los teólogos mismos, y toda la juventud laica y eclesiástica se ha imbuido en ellas. Este seria un mal pequeño, si todas las ciencias no estuvieran unidas con lazo indisoluble, que hace que pesen sobre la práctica de la ley moral las consecuencias deducidas de falsos antecedentes científicos. Por esto importa á la sociedad que la verdad se abra paso, porque está en su naturaleza el venir siempre á concordar con la ley moral, cuando se toma en su verdadero punto de vista, y en sus principios demostrados por los hechos y la marcha lógica y positiva. Esta marcha positiva en geologia es la que vamos á reasumir desde Buffon hasta nosotros.

Buffon pues, crea la geologia positiva en su teoría de la tierra. Establece en principio que la tierra ha sido creada con sus montañas y sus valles primitivos y sus corrientes de agua para ser habitada. En seguida para explicar el suelo de terreplen, establece en principio las causas y los efectos actuales que explican las causas y los efectos antiguos. La causa acuosa en sus efectos marinos, está muy bien analizada, y aunque no haya extendido bastante sus efectos fluviátiles, no los ha omitido sin embargo.

La causa ígnea ha sido tambien perfectamente examinada en su teoría tan racional de los volcanes. Y finalmente él es quien ha introducido la paleontologia, primero en su teoría de la tierra demostrando que las calizas son el producto de los moluscos y de los políperos, y que los carbones de piedra son el producto de los vegetales; despues en sus Pruebas de la Teoría de la tierra y posteriormente en sus Epocas de la naturaleza, ha establecido los verdaderos principios de la paleontologia, aplicados tanto á los restos de los animales terrestres como á los de los animales acuáticos. Asi la geologia positiva estaba fundada en todos sus puntos, y las leyes y hechos conocidos venian á explicar los fenómenos pasados.

Pallas continúa en este camino, y acepta mas claramente aun la creacion de la tierra con sus montañas y sus valles primitivos de granito. Introduce la division natural de las montañas primitivas que son las mas elevadas de todas, las montañas secundarias ó de transicion que reposan sobre sus costados, las montañas calizas que reposan sobre las secundarias, y por último las montañas terciarias.

Explica las formaciones por las causas naturales conocidas. Trae numerosos hechos á la paleontologia; pero no está acertado al atribuir el transporte de las osamentas de los mamíferos á un cataclismo. Por lo demás rechaza como Buffon, las exageraciones de los que pretenden que todos los fósiles son especies perdidas.

Despues de Pallas una multitud de geólogos aumentaron el número de los hechos cuando Werner vino á crear definitivamente la geognosia, introduciendo la clasificacion artificial de los terrenos en primitivos, de transicion, secundarios, terciarios y volcánicos. Clasificacion que permitia generalizar, que era un progreso de su época; pero que demasiado exagerada ha incurrido en los errores de una generalizacion que no se puede volver á encontrar en la realidad de los hechos naturales.

Lametherie entrando en la direccion de Buffon y de Pallas, analiza todas las causas naturales aun en accion, interroga á la historia y trata por este medio de explicar el suelo. Su teoría de los volcanes y la de los carbones de piedra son muy satisfactorias. Ha introducido ya el sincronismo de las causas acuosas é ígneas, y saca de él las conclusiones mas racionales para probar que todos los fenómenos geológicos son locales y dependen de circunstancias variables, por lo cual no hay generalizacion posible. Prueba que jamás las causas geológicas han interrumpido sus efectos. En este camino tan prudente admite una sola y única produccion de los seres fósiles y de los seres vivos; explica los fósiles y su desaparicion por las causas naturales conocidas, rechazando, en tiempo de Cuvier mismo, todas las revoluciones periódicas ó de otro carácter que ninguna causa física ha podido producir.

Lamarck, marchando por la misma vía, se ocupa especialmente de la paleontologia de los animales invertebrados, cuya ciencia ha creado, é introduciendo los primeros principios de la distincion de las especies marinas y de las especies de agua dulce, conducia á la distincion de las formaciones marinas y formaciones de agua dulce, y á su superposicion alternada; paso inmenso que debia destruir todos los sistemas hipotéticos.

Este principio, en efecto, verificado y extendido, condujo á Prevost á reconocer tres modos de formacion en las rocas de sedimento: los depósitos marinos, los depósitos de agua dulce y los depósitos mixtos, y en fin, la alternacion de unos con otros.

Esto produce la refutacion positiva de las revoluciones, y la prueba de que los fósiles terrestres, como los fósiles de agua dulce y marinos, son los vestigios de los únicos cuerpos organizados que por circunstancias locales, han podido ser cubiertos en el seno de las aguas por sedimento; que los fósiles no son mas que una excepcion y de ningun modo la representacion de la vida sobre el globo en la época en que han perecido, que los depósitos sucesivos han sido formados de una manera continua, periódica, á cortos intervalos, y algunas veces intermitente.

El sincronismo ha sido admitido y demostrado por Prevost, para las formaciones acuosas entre sí, para estas y las formaciones ígneas; este gran paso, unido al metamorfismo, debido á los esfuerzos reunidos de un gran número de geólogos, ha acabado de probar que las diversas formaciones geológicas han tenido por causas y por orígen las varias circunstancias locales del suelo, de las aguas, y de los seres que las habitaban; que en localidades muy distantes, las mismas circunstancias y los mismos fenómenos han podido reproducir efectos semejantes al mismo tiempo ó en épocas diferentes. Y desde entonces no hay que estudiar mas que localidades, las mas veces independientes, sin poder deducir nada respecto á su antigüedad ni aun relativa entre ellas, ni respecto á su contemporaneidad, no pudiendo estas dos conclusiones ser aceptadas sino para las formaciones de una misma cuenca.

En apoyo de este último gran progreso de la geologia, Blainville viene á demostrar primero la existencia de la serie animal; y que todos los animales vivos y fósiles forman parte de una concepcion única y de una sola y misma creacion; sacando los principios de la especificacion de los animales, de los principios mismos que le han servido para demostrar la serie animal, prueba que la mayor parte de las especies fósiles viven todavía; que las que parecen perdidas pertenecen á géneros vivos y vienen á llenar vacíos; que el corto número de géneros completamente extinguidos, vienen á establecer transacciones entre los géneros vivos, etc.; que la mayor parte de los fósiles han vivido en el país mismo en que se encuentran; que han vivido en circunstancias poco diferentes de las actuales; que las especies que han desaparecido han vivido con el hombre; que no han desaparecido ni continuan desapareciendo sino por causas naturales y principalmente por la multiplicacion y la accion destructora de la especie humana.

La paleontologia convertida asi en racional, el sincronismo de las formaciones, el metamorfismo, y la continuacion de los mismos fenómenos, destruyen todos los sistemas de revoluciones y de períodos indeterminados, de creaciones y de destrucciones sucesivas, y demuestran que el suelo de terraplen en que

se habia querido encontrar el órden de la creacion, no es por el contrario mas que el resultado de la destruccion de esta creacion, empezado hace mucho tiempo, y continuándose á nuestra vista. Desde este momento no hay que buscar en las capas del globo que no han podido formarse sino despues de la creacion, el órden de la obra de los seis dias, que no se halla en ellas como se habia querido imaginar.

Estando ya estas conclusiones adquiridas para la ciencia, no tendriamos necesidad de entrar en la refutacion detallada de los falsos sistemas, sino fuera esto de alguna utilidad para hacernos penetrar mejor en los hechos y en los resultados de la ciencia positiva, antes de apreciar las consecuencias que esta trae á la ciencia general ó á la filosofía. Vamos, pues, á examinar rápidamente, los principales sistemas hipotéticos, no en sí mismos, sino mas bien en sus relaciones con los hechos actualmente conocidos, y cuya exposicion vamos á comenzar.

HISTORIA DE LOS HECHOS Y DE LOS AGENTES GEOLÓGICOS.

Cierto número de geólogos antiguos, pensaron que el suelo de terraplen era el producto de causas extraordinarias que no existen ya. Cuvier participó de esta preocupacion, y sus hipótesis geológicas, aceptadas en confianza por sus contemporáneos, han retardado los progresos de la ciencia, en lugar de acelerarlos, como se cree comunmente en el mundo.

El principio contrario, es el verdadero.

La mayor parte de los fenómenos antiguos, han sido producidos por causas conocidas, ordinarias, poco mas ó menos las mismas que obran aun á nuestra vista, es decir, por el agua y el calor obrando juntos y separadamente.

Los progresos de la geologia han demostrado, en efecto, en todos los puntos, que los productos y los fenómenos actuales son análogos á los productos y á los fenómenos antiguos, y sirven, por consiguiente, para explicarlos. Esto es lo que vamos á demostrar, primero en la accion general de la causa acuosa; despues en sus productos variables y particulares, y por último en la causa ígnea.

ARTICULO I.

ACCION GENERAL DE LA CAUSA ACUOSA.

Por causa acuosa debe entenderse no solo las aguas de los mares, de los rios y de los lagos, sino tambien las aguas subterráneas, las de la atmósfera y los hielos. Las aguas aparecidas sobre la tierra penetran en su seno; allí cambian de temperatura, segun la naturaleza y la profundidad de las capas que atraviesan, y se cargan de materias diferentes de las que llevaban antes, viniendo luego á salir á la superficie y producir depósitos mas ó menos considerables: tales son las fuentes termales y minerales.

Los travertines ó tobas calizas de la campiña de Roma, que forman bancos de cuarenta á sesenta piés de potencia, y donde se encuentran productos modernos de la industria humana, deben tambien su existencia á manantiales subterráneos de que son el depósito continuo. En casi todos los puntos del globo se forman travertines.

Otros manantiales conducen materia silícea. Tal es en Islandia una sucesion de depósitos de unos 10 piés de profundidad y algunas millas de extension. Las piedras molares son igualmente el producto de manantiales silicíferos; actualmente se forman en las costas de la Grecia y de la Sicilia, y quizá no hay país donde no se formen actualmente piedras molares todos los dias. Esta sílice, dispersada por las aguas del mar, y quizá tambien en ciertos puntos por las de los rios, no ha podido producir en los terrenos antiguos mas que depósitos locales y subordinados. La misma causa produce todavía hoy los mismos efectos. En las orillas del mar, se sacan guijos silíceos ó calizos que se forman y se renuevan á nuestra vista. Se practican en dichas orillas agujeros circulares que las olas llenan de arena, y al cabo de un corto tiempo se extraen para hacer muelas, estos materiales ya cimentados por la sílice, ya solidificados aunque en el seno de las aguas.

No hay razon alguna para que lo que sucede en el suelo seco, no se verifique igualmente bajo las aguas del mar y de los lagos y en escala tres veces mas extensa, puesto que los mares ocupan las tres cuartas partes de la superficie de nuestro globo. En Escocia, lagos puestos en seco, para entregarlos al cultivo, han presentado una capa de caliza reciente, muy dura y perfectamente estratificada.

La existencia de manantiales de agua dulce bajo los mares, está probada por los que se observan en sus orillas y en todas sus islas.

Pero los efectos en la superficie seca, no son los mismos que bajo las aguas; allí, las aguas, abandonando el carbonato de cal, no forman sino concreciones, mientras que en los mares y los rios, una parte solamente de las moléculas de carbonato de cal y de sílice, se amontona alrededor de las bocas de los manantiales, y el resto es llevado por las aguas corrientes que le depositan en forma de verdaderos sedimentos, ó sirve para cimentar los demás materiales suministrados por el mar ó los rios. Esto es lo que se ha observado en los lagos de Escocia. Ahora bien, los terrenos antiguos presentan disposiciones análogas, así se ven alrededor de París depósitos terciarios que son concreciones en su orígen, y que adquieren mas lejos los caracteres de depósitos sedimentosos.

Las aguas fluviales ó atmosféricas, penetrando por hendiduras en capas sólidas, se cargan del carbonato de cal que encuentran á su paso, y forman ya estalactitas, ya estalagmitas en las cavidades subterráneas. Estos efectos, tan comunes en las cavernas de osamentas, y en todos los terrenos antiguos, tienen aun sus análogos en la naturaleza actual. Se han encontrado, alrededor de París, en los pozos ó cuevas que han servido para extraer la piedra de yeso, estalactitas tan gruesas y tan duras, como las de los antiguos depósitos, y que no diferian de estas bajo ningun concepto. Por lo demás, esta observacion se aplica á todos los otros depósitos contemporáneos de que hemos hablado ya; son tan sólidos como los depósitos análogos de nuestras canteras; han conservado tan exactamente los seres organizados fósiles; si no se vieran en los ejemplares de la caliza de los lagos de Escocia, las semillas de Chara, las limneas, los planorbos de especies vivas que atestiguan su novedad, no se podria en manera alguna distinguirlos de las rocas mas antiguas.

Los antiguos depósitos arcillosos son fangos que han cubierto plantas y otros cuerpos organizados, como sucede hoy. En Suecia, cerca de Stocolmo, se encuentran muchos lechos horizontales de arena, de arcilla, de marga, que contienen restos de barcos y diferentes obras de arte que indican un estado grosero de civilizacion, así como testáceos que viven todavía en el Báltico. Estas son, pues, arcillas depositadas en tiempos en que ya habia hombres en el país. Los precipicios del estuario La Stour, en el Suffolk, se componen tambien de lechos de greda que contienen conchas recientes.

Sin embargo, si los efectos de la causa acuosa se limitaran en este momento á los que acabamos de indicar, se habria tenido razon en decir que las causas actuales obran en una escala demasiado reducida para que se les pueda atribuir la produccion de los antiguos terrenos. Pocas cosas suceden sobre la tierra descubierta; bajo las aguas es donde se acumulan masas de importancia, y donde se verifican los principales fenómenos. En este concepto, nada ha cam-

biado en la naturaleza, porque los antiguos depósitos se han verificado igualmente bajo las aguas, como veremos mas adelante.

Cualquiera puede convencerse de que los manantiales subterráneos, los torrentes periódicos, las quebradas pequeñas producidas por fuertes lluvias y las aguas mismas que reposan sobre los fangos, depositan una cantidad mayor ó menor de materias; preciso es, pues, creer que los mares y los rios producen igualmente depósitos: se puede juzgar de la potencia de sus depósitos por la de los materiales que acarrean.

En la superficie seca, las causas atmosféricas desagregan sin cesar las antiguas rocas macizas ó extratiformes, movedizas ó sólidas, y hasta las mas duras son vencidas por la accion prolongada de la electricidad, el aire, el frio y la lluvia. Se rajan y sus intersticios se llenan de gotas de agua que la congelacion hace bastante fuertes para hacer estallar las rocas, que en tal estado de desagregacion se convierten en depósitos abundantes de guijos, de arenas y materiales diferentes que las aguas corrientes pueden arrastrar. Cada dia, cada hora, no hay un hilo de agua que no arrastre así materias movibles, desde las partes mas elevadas del globo hácia las partes bajas. Las aguas obran mas poderosamente sobre la línea que recorren, ya sea químicamente disolviendo las materias sólidas, ya trasladando materias movedizas que arrastran en cantidades mas ó menos considerables segun su grado de velocidad, favorecido sobre todo por su grado de temperatura.

Las observaciones que se han hecho en nuestros rios de Europa, prueban que por cada 100 piés cúbicos de agua, acarrean de 30 á 40 piés cúbicos de sedimentos; en ciertas épocas del año, el Sena hace pasar en veinte cuatro horas bajo el puente real de París 10.000,000 de metros cúbicos de agua, bajo los cuales hay 700 ú 800 metros cúbicos de materias sedimentosas. El Ganges acarrea por hora al mar cuatro mil quinientos piés cúbicos de sedimento.

La cantidad de las materias animales y vegetales transportadas al mar por las aguas de los continentes, ha podido apreciarse en algunos puntos. Ocho mil piés cúbicos de agua pasan en pocas horas por la embocadura del Mississipi. Nuestros mares depositan por ciertos vientos sobre nuestras costas, grandes cantidades de conchas enteras de animales que vienen de las Antillas. El transporte de las conchas vacías y de los cadáveres de animales, es un hecho de que cualquiera puede ser testigo.

Si se compara con la accion que ha producido los antiguos depósitos fluviátiles y marinos, la de las corrientes oceánicas y de los grandes rios de América, tales como el Mississipi el Misuri, etc., y con los grandes lagos de aquella misma parte del mundo, nuestras antiguas cuencas lacustrales geológicas, se comprenderá fácilmente que los mismos fenómenos se verifican aun en este momento en una escala tan extensa como en otro tiempo. Las corrientes oceánicas que reinan entre el ecuador y los polos se apoderan de las materias conducidas por los rios del Norte y Sur de la América y las transportan á grandes distancias. Arrastran semillas y maderas del antiguo mundo á las costas de Escocia, de Islandia y hasta el Spitzberg, y se encontrarian probablemente hasta el polo. Segun algunos la longitud del trayecto de la corriente ecuatorial es de 3,800 leguas, y su anchura de 400 leguas hácia la isla de Santa Elena.

Los seres arrastrados despues de su muerte por estos rios de la América y estas corrientes del Océano, deben hallarse muchas veces reunidos en el mismo depósito, aunque pertenezcan á climas muy diferentes. En los terrenos antiguos de Europa existen tambien acumulaciones de restos muy variados que indudablemente han sido traidos de lejos. El ejemplo mas palpable de este género de depósito, dice Adolfo Brongniart, es el de la isla de Scheppey en la embocadura del Támesis, donde se encuentran frutos muy numerosos y muy variados, transformados en piritas pero frecuentemente bastante bien conservados, reunicos como podrian estarlo aun por la gran corriente del Océano, que con mucha frecuencia conduce á las costas de Noruega frutos de las Antillas y del golfo de Méjico.

Se ha dicho que sobre el banco de Terranova, en la bahía de Cancale y en otros muchos puntos donde se pesca el coral, el bacalao y las ostras, el fondo era siempre el mismo. Y es porque en efecto, los depósitos son un fenómeno accidental que nunca es mas que local. No se forman en toda la cuenca de los mares, sino únicamente en la embocadura de las corrientes de agua ó cerca de las riberas por la accion de los remolinos, ó en plena mar por la de las corrientes generales. Pero el resto lo cambia, y la mayor parte de la cuenca pertenece al suelo primitivo; esto sucedia en otro tiempo como sucede hoy. Por otra parte las ostras, los peces y los pólipos que producen el coral, serian sepultados bajo los sedimentos si se establecieran en los lugares en que las aguas depositan, y no debe esperarse encontrarlos en los parajes frecuentados por estos animales.

Para que el fondo de un mar se cubra de depósitos semejantes á los que vemos en las antiguas cuencas, es preciso que este mar forme corrientes, y que reciba las aguas continentales. Ya veremos que la mayor parte de los antiguos depósitos marinos han sido producidos por aguas corrientes. Tambien las aguas fluviátiles forman mas depósitos que las del mar, como lo prueban los animales de agua dulce y las vegetaciones terrestres que se encuentran en tan gran número de formaciones antiguas. La accion del mar mismo sobre sus riberas es mucho menor que la de los rios; porque cuando descubre un punto cubre otro, mientras que los rios obran siempre en el mismo sentido y tienen mas materiales á su disposicion. Se puede juzgar de estos por la extension de las tierras que lavan sus aguas antes de llegar al mar. Las del Loira, tomando sus dos orillas y las de sus afluentes, bañan el espacio mas extenso que el resto de Francia. El rio de las Amazonas, tomando tambien sus dos orillas y las de sus afluentes, se halla en contacto con un espacio de 6,000 leguas, es decir casi tan grande como el del mar de América.

Está pues probado, por el cálculo matemático de los materiales acarreados por las corrientes, que se forman aun en nuestros dias grandes depósitos. Es verdad que no penetramos en el mar, pero estamos, por decirlo así, á la puerta y podemos observar lo que pasa en él. Algunas veces podemos seguir el transporte de los materiales á una distancia bastante grande dentro del mar, por el color particular que comunican á las corrientes fluviátiles que los arrastra; y algunas veces observamos bajo las aguas marinas los depósitos mismos. Así no solamente se distingue á mas de una milla en el mar el movimiento, la direccion y el color de las aguas del Nilo, sino que se ve tambien la prolongacion del canal formado por sus depósitos que se eleva sobre el fondo y cuyos bordes mas elevados que el centro y compuestos de arenas, parecen haber adquirido cierta solidez.

Por lo demás, no vemos solamente lo que entra en el mar, vemos tambien lo que ha salido de él desde tiempos bastante próximos á nosotros, y podemos juzgar por las dimensiones de estas capas, depositadas cuando ya existia el hombre, de la potencia de las que las aguas nos ocultan aun. En Puzzola, cerca de Nápoles, han quedado en seco desde principios del siglo XVI capas marinas, que contienen fragmentos de escultura, de vajilla y restos de edificios mezclados con una gran cantidad de conchas de especies

idénticas á las que viven hoy en el Mediterráneo. Pero las colinas en cuya base se han depositado estos estratos, asi como las de el interior del país inmediato á Nápoles, presentan las mismas conchas; se deben, pues, considerar todos estos grandes depósitos como de una misma edad poco mas ó menos. En las cercanías de Cristianía en Noruega, existen depósitos marinos que presentan tambien testáceos vivos aun en el mar vecino, y abrazan una gran parte del país, en el cual llenan los valles y las depresiones profundas que se encuentran en el granito, en el gneiss y en los terrenos primarios, precisamente como en Francia y en Inglaterra, los terrenos terciarios mas antiguos reposan sobre el terreno cretáceo y llenan sus depresiones. Depósitos análogos se encuentran en casi toda la longitud que separa los Andes de las costas de Chile y del Perú. Otras capas marinas de tanta potencia y de fecha tan moderna, se han observado en Suecia, á lo largo de las costas occidentales de la América del Sur, en el archipiélago de las Antillas y en las Indias occidentales.

Entre los depósitos de agua dulce que parecen pertenecer á la misma época, citaremos el *Loes* de los alemanes, sedimento amarillo, calizo, de toda la parte del curso del Rhin que se extiende desde Colonia hasta las fronteras de la Suiza. En él se encuentran conchas terrestres y fluviátiles pertenecientes á especies comunes en Europa. El espesor total de este depósito es algunas veces de doscientos á trescientos piés.

Estas son capas que se refieren á nuestro mundo, puesto que no contienen mas que restos de especies vivas y monumentos de nuestra industria; está fuera de duda, que han sido producidas por la causa acuosa; son enteramente comparables en extension y profundidad á los depósitos antiguos. Hay, pues, analogía bajo este doble aspecto entre los efectos de las causas actuales y los que ciertos geólogos han atribuido á causas extraordinarias y desconocidas. Han ignorado este resultado; porque no incluian la accion general de las aguas. Concluyamos, pues, que las mismas causas que han modificado antiguamente la superficie del globo, continúan modificándola siempre, y que nunca han interrumpido su accion; de esto adquiriremos una nueva prueba por el exámen de la naturaleza de los productos de la causa acuosa.

ARTICULO II.

NATURALEZA DE LOS PRODUCTOS DE LA CAUSA ACUOSA.

Todas las rocas de orígen acuoso pueden reducirse á cinco clases y aun á cuatro: las rocas calizas (piedra de cal, mármol, creta, etc.); las rocas arcillosas (greda, tierra de batanero, arcilla plástica, etc.); las rocas silíceas (pedernal, piedra de chispa, gres, piedras molares, arenas, etc.); las rocas carbonosas (antracito, hulla, liguito, etc.); y finalmente las margas que se forman de la reunion de las otras. A este corto número se reducen todas las que se atribuyen á la accion de las aguas en los terrenos antiguos; ahora bien, las aguas producen todavía, como hemos visto ya, estas cuatro clases de rocas, fangos mas ó menos arcillosos, arenas ó gres, depósitos calizos y silíceos, y masas de materia carbonosa. La naturaleza de sus productos es pues análoga á la de los antiguos depósitos.

Sin embargo, si se pudiera creer que las aguas hubieran tomado el carbonato de cal, la sílice, la alúmina, la arcilla, la materia carbonosa, etc., las rocas de orígen acuosa mas antiguas, se podria tambien deducir que no existen manantiales de estos elementos en la naturaleza y que son otras tantas causas que han dejado de obrar. Veamos, pues, si los elementos de estas rocas se encuentran aun en el mundo presente.

I. Primer grupo.—*Rocas calizas.* Los manantiales subterráneos son la primer causa de la materia caliza. Muchas veces es verdad, el carbonato de cal de que estan cargadas es un elemento arrebatado por la desagregacion á rocas antiguas calizas. Pero existen tambien ejemplos numerosos de manantiales calcaríferos que atraviesan las rocas graníticas antiguas ó productos volcánicos; por estas nos remontamos á una causa primera del carbonato de cal. En efecto, todos los granitos, los gneiss, la mayor parte de las rocas primitivas, dan por el análisis cal en mayor ó menor cantidad; por otra parte, todas las aguas estan mas ó menos saturadas de ácido carbónico, que se renueva continuamente en la atmósfera por la accion de los vegetales y de los animales, ya sea durante su vida, ya en su descomposicion despues de la muerte. Este ácido carbónico, mas pesado que el aire, bien es disuelto por las aguas de la superficie de la tierra, ó absorbido por las aguas meteóricas. Estas aguas cargadas asi de ácido carbónico, atraviesan, como vemos, los granitos y las rocas primitivas ó volcánicas, y encuentran allí la cal que contienen; una combinacion química de la cal y del ácido carbónico se verifica y forma el carbonato de cal que estas aguas llevan á la superficie. Esta accion química es sin duda una de las principales causas del calor de dichas aguas.

Otro manantial mas activo y mas abundante de la materia caliza, es el de los animales que trasudan esta materia, los moluscos y los pólipos que pueblan la cuenca de los mares, de los lagos y de los rios. Los pólipos de polípero se encuentran en todos los climas, pero son hoy mas abundantes en los mares australes que en los septentrionales. La cantidad de materia caliza que estos animales segregan es tan prodigiosa, que su historia se halla necesariamente unida á la historia del suelo. Debe atribuírseles la mayor parte de la caliza marina de todas las edades, de que los moluscos han suministrado sin embargo tan gran parte. Los pólipos han formado en el seno de los mares archipiélagos de algunos centenares de leguas. La creta parece debida á la trituracion de las conchas y de los políperos. Las arenas de Grignon, cerca de París, que pertenecen á la caliza grosera, y toda la caliza grosera misma no son en gran parte sino despojos de moluscos.

Ahora bien, este manantial tan fecundo de materia caliza para los terrenos antiguos no ha desaparecido. Los pólipos que producen el coral, continúan á nuestra vista obstruyendo los mares; las madréporas, etc., continúan formando los arrecifes y las islas tan numerosas del mar del Sur. Estos animales se desarrollan con una admirable rapidez, y sus productos calizos se aumentan extraordinariamente en un tiempo bastante corto, hasta el punto que se puede determinar la medida. Se sabe que las orillas del mar Rojo estan al presente obstruidas con estos arrecifes de corales que hacen extremadamente peligrosa la llegada.

Está reconocido que los pólipos no viven á profundidades extraordinarias, y que no llenan el fondo de los mares como se ha creido. No se encuentran casi mas que á veinte brazas bajo las aguas. Sin embargo, se han citado tambien en mares cuyo fondo no se conoce. En rocas y en masas sólidas es donde elevan sus trabajos; pero las corrientes que lavan muchas veces los políperos aun en estado pastoso, disuelven su caliza en mayor ó menor cantidad y aun arrancan fragmentos sólidos que arrastran y van á depositar en otros puntos. Durville ha visto, en los mares del Sur las corrientes blanqueadas en una línea de veinte y cinco leguas por estas materias calizas y pastosas de que estaban cargadas, y ha observado que el depósito que de ellas resulta es apenas distinto de la creta blanca.

Tenemos, pues, aun hoy tres especies de yacimientos para los materiales que estos zoófitos proporcionan al suelo de terraplen; políperos en el sitio en que

han nacido tales como los que forman arrecifes é islas capaces de resistir á todos los esfuerzos de las aguas; despues fragmentos de políperos sólidos transportados mas ó menos lejos del sitio de su produccion y finalmente una pasta caliza, cretácea, obtenida por el lavado de los políperos fijos, y arrastrada por las corrientes que la depositan en sedimentos. Ahora bien volvemos á encontrar estas maneras de yacimiento en los terrenos antiguos. Los políperos fijos y los políperos en estado fragmentario, se reconocen en todos los terrenos.

Los primeros son numerosos, sobre todo en las capas calizas silurianas y el coralrag jurásico. La pasta caliza ó los fragmentos de políperos molidos, triturados por las olas, y reducidos en cierto modo al estado molecular, constituyen la creta blanca. Lo que se verificaba en las primeras épocas geológicas, continúa, pues, efectuándose á nuestra vista.

Hemos reconocido la existencia de dos manantiales primeros de la materia caliza; las aguas subterráneas, y los cuerpos organizados. Es verdad que los pólipos y los moluscos se desarrollan en aguas mas ó menos saturadas de carbonato de cal, y que se le asimilan; pero es preciso reconocer, que el que los animales toman de las rocas calizas es infinitamente menos que el que las dan. Por otra parte no debe olvidarse que esta materia ha existido antes que la vida, puesto que la encontramos en las rocas graníticas.

II. Segundo grupo.—*Rocas silíceas.* El primer manantial de la sílice y de las arenas, son tambien las rocas primitivas; el cuarzo, en efecto, es una de las principales sustancias de estas rocas; ahora bien, las influencias meteóricas y las aguas, desagregando estas rocas, ponen la sílice en libertad; esta arrastrada por las aguas se convierte en arena. Ademas, está demostrado hoy que la sílice es fusible al calor y aun soluble en el agua; ahora bien, estas dos causas bastan para dar la etiología de las fuentes termales silíceas que de este modo llevan del suelo primitivo la sílice en disolucion, ó por lo menos en suspension en moléculas muy finas. Existe cierto número de estos manantiales calientes; tales son por no citar mas que dos ejemplos, los de Poorgootha en la India y los del monte de Oro en Auvernia, que cubren los objetos de un barniz silíceo. Aquí como en los manantiales calcaríferos, hay relacion entre el agua y el calor, estas dos causas generales del suelo de terraplen.

Un segundo manantial de la sílice son tambien los seres organizados. Algunas especies de pólipos segregan sílice y lo mismo sucede á las esponjas de agujas; pero los animales que parecen dar mas, son los infusorios de caparazones silíceos. Estos seres tan pequeños, tan nulos en la apariencia, que cuarenta millones de individuos de su órden no pesan mas que un grano, han aumentado muy sensiblemente el suelo de terraplen por la acumulacion de sus despojos. Ehrenberg ha demostrado la presencia de sus testas silíceas, en gran cantidad en la creta de Volhynia, en el terreno cretáceo de Hungría, de Grecia, de Sicilia y de Africa. Han segregado en los terrenos terciarios esas grandes masas de sílice ferruginosa que se llama trípoli, y que tienen desde ocho pulgadas hasta quince piés de potencia. El trípoli de la Isla de Francia, los de Bilin en Bohemia, de Santa Flora en Toscana, de Jastraba en Hungría, y de Luzon en las islas Filipinas, parecen enteramente formados de sus partes sólidas. Ehrenberg cuenta otros trece yacimientos de infusorios fósiles de testa silícea en América, á saber: uno en el Brasil y doce en los Estados-Unidos. Redzius nos enseña que los depósitos designados con los nombres de harina mineral, harina fósil etc., no son otra cosa que despojos silíceos infusorios. Se encuentra esta harina en capas de pié y medio de espesor, bajo el fango que tapiza el fondo de un lago á dos millas de la villa de Umea, en la Westrobotnia; se citan tambien otros depósitos en Suecia, en Finlandia y en las cercanías de Degerford, en las fronteras de Laponia. Los habitantes de ciertos paises le atribuyen cierta virtud sobrenatural y la mezclan á su pan por supersticion. Las artes industriales han hecho de ella un uso mejor. Los antiguos conocian los ladrillos que sobrenadan y Plinio los menciona. Fabroni ha recomendado, como de las cualidades que Plinio atribuia á los de Iberia, ladrillos hechos con tierras que ha encontrado cerca de Florencia, y Ehrenberg ha probado que la materia de que se servia Fabroni, era una capa de infusorios fósiles de tegumentos silíceos; es pues probable que los ladrillos flotantes de los antiguos, tuvieran el mismo orígen. El observador de Berlin ha podido reconocer tambien bajo el microscopio testas silíceas en fragmentos de esos vasos de Egina que los Griegos ponderaban por su gran ligereza.

Este manantial tan abundante de materia silícea para los terrenos antiguos, continúa ofreciéndola á las rocas contemporáneas. Existen todavía hoy como existian en otro tiempo, especies que habitan los mares y otras las aguas dulces. Estas dos divisiones de infusorios forman aun masas considerables. Todo el hierro limoso de los pantanos se compone casi enteramente de una sola especie silícea, la *gallionella ferruginosa*. Mas abajo de la ciudad de Berlin y en la proximidad de varios lagos á algunos metros de profundidad, se observan capas de nueve á doce metros de potencia en que los animales infusorios vivos y de testa silícea, se encuentran amontonados en tan gran número, que la mezcla térrea de la capa no se eleva á cuatro por ciento. De esta materia se componen los ladrillos que se han usado en las construcciones de los remates del nuevo museo de Berlin.

Otros infusorios vivos de testa silícea se han indicado en el Báltico, en el mar del Norte, en el de América etc. La historia de estos animales ofrece una particularidad muy notable; y es que especies reconocidas en estado fósil en los terrenos secundarios, forman aun parte de la naturaleza viviente. Ehrenberg ha contado hasta cuarenta especies de infusorios comunes á la época actual y á la de la creta. Asi los infusorios, las esponjillas, los políperos, etc., los manantiales silicíferos y los terrenos primitivos, dan todavía hoy materia silícea á la causa neptuniana para formar concreciones, depósitos de cuarzo, gres, piedras molares, arenas, etc.

Que la sílice sea ó no soluble en el seno de las aguas, no es menos cierto que se forman todos los dias cristales de cuarzo y piedras molares que son silíceas. La accion mecánica de las aguas deposita sílice en estado de arenas; si las arenas no estan cimentadas por la sílice disuelta, es preciso admitir que lo estaran ó por el carbonato de cal ó por granos silíceos muy menudos, diseminados en el líquido y ocupando el vacío de los cuerpos, ó en fin de cualquier otra manera que pudiera sernos desconocida.

III. Tercer grupo.—*Rocas arcillosas.* Las arcillas tienen por base la alúmina, la sílice y el agua; la alúmina es la que predomina. Esta alúmina procede de la desagregacion de las rocas graníticas; el feldspato de estas rocas, que es aluminoso, se descompone bajo las influencias meteóricas y bajo las del agua; lo mismo sucede con las micas, los talcos, etc., que todas son silicatos de alúmina; las aguas descomponen y arrastran la alúmina y la sílice y producen sedimentos arcillosos, en los cuales se distingue muchas veces todavía la forma de los granos de feldspato, las pajillas de mica, etc.

Las arenas ó granos de cuarzo proceden tambien de la descomposicion de las mismas rocas; como las arcillas, son el resultado de la lavadura del suelo seco por las aguas continentales. De la mezcla de las arcillas, de las arenas, de la sílice, y del carbonato de

cal, resultan las margas que los geólogos llaman arenosas, calizas ó arcillosas segun el elemento que en ellas predomine.

IV. Cuarto grupo. — *Rocas carbonosas.* Nadie duda hoy que la hulla está compuesta de vegetales mas ó menos reducidos á polvo, acarreados y depositados por corrientes en cuencas lacustrales ó marinas. Los helechos, las coníferas y los vegetales de las hornagueras parecen dominar en las hullas.

En los bosques que el hombre no ha cultivado, el mantillo producido por las hojas y las ramas que caen y se descomponen en seguida, se eleva con bastante rapidez. Si estas materias son desleidas y arrastradas por las aguas, formaran al depositarse un lodo vegetal enteramente análogo al que se observa en nuestras lagunas donde se encuentran á veces á una profundidad de quince ó veinte piés capas de polvo vegetal dispuesto en lechos regulares.

Este manantial primitivo de las hulleras antiguas, que la canalizacion de los rios y la destruccion de los bosques han debilitado tanto en nuestros paises de Europa, es aun muy abundante en el continente de América. Un observador ha calculado que pasaban mil piés cúbicos de materia vegetal en cada hora por la embocadura del Mississipi. Hay tiempo en que troncos de árboles enterrados cerca de la embocadura de estas grandes corrientes americanas, cierran el paso á los otros materiales de la misma naturaleza que vienen detrás de ellos; estos árboles se enredan por sus ramas; las sustancias minerales que arrastran las aguas cimentan groseramente y mantienen por algun tiempo estas especies de balsas de longitud desmesurada, que se ven bajar por el rio para irse á depositar en el mar. La imaginacion se asombra cuando se reflexiona las dimensiones de los depósitos de hulla que estos mismos rios habrian formado en un estado de cosas que durara solo hace algunos miles de años, puesto que solo en el Mississipi, mil piés cúbicos de materia vegetal por hora, darian, en dos mil años solamente, diez y siete mil quinientos sesenta millones de piés cúbicos de materia vegetal.

Por estos ejemplos se ve que los depósitos de carbones que se forman actualmente, no deben ser mas que locales, y que no los puede haber indefinidamente ni en muy gran extension. Ahora bien, lo mismo sucede como es sabido, á los antiguos depósitos hullíferos. Se observan ademas, en estos últimos dos circunstancias de yacimiento muy diferentes para las materias vegetales. La hulla propiamente dicha, está esencialmente formada de vegetales descompuestos, de polvos vegetales; los tallos y las impresiones son en ella mucho mas raros que en los gres y arcillas que alternan con ella. Las antiguas corrientes acarreaban pues, unas veces tallos y hojas con la materia de las arcillas y de los gres; otras, detritus y polvos de vegetales que contenian una gran cantidad de carbono. Pues bien, nosotros observamos aun estas dos circunstancias en los transportes de los materiales análogos por las corrientes americanas; porque ademas de las ramas, los troncos y las hojas que arrastran, se ven en otras temporadas, sus aguas enteramente negras por el polvo de vegetales descompuestos de que estan cargadas; esta materia negra puede todavía colorear nuevos mármoles sacaroideos, asi como las calizas y los gres de nuevos terrenos hullíferos, como es probable que coloreó los antiguos.

En resúmen, el número de las rocas que forman la parte sedimentosa del suelo, se reduce á cuatro, para todas las épocas anteriores á la nuestra; caliza, arenas ó gres, arcillas, carbones; y el agua produce aun todas estas clases de rocas cuyos elementos toma de los mismos manantiales que en otro tiempo.

ARTICULO III.

DE LAS VARIACIONES EN LA CANTIDAD DE LOS PRODUCTOS DE LA CAUSA ACUOSA. CONSECUENCIA DE ESTE HECHO CONTRA LOS CÁLCULOS DE ALGUNOS ESCRITORES SOBRE LOS TERRAPLENES DE LOS RIOS Y SOBRE LA EDAD ABSOLUTA DEL GLOBO.

Mil circunstancias pueden hacer variar la cantidad de los materiales que los rios depositan sobre sus orillas ó transportan al mar; el estado de las montañas de donde descienden; si estas conservan aun su humus y sus grandes vegetales, ó si los vientos y las aguas llovedizas, estos proveedores naturales de las corrientes, las han degradado ya y desnudado hasta el esqueleto el estado del país que riegan. Si estan cubiertos de una vegetacion abundante, ó si el hombre los ha despojado de sus bosques; los accidentes meteóricos variables segun los lugares. Asi es como los vientos del Norte impelen los nublados que se elevan del Mediterráneo hácia las montañas de Abisinia; estas nubes se reunen allí se condensan y se resuelven en lluvias que duran algunos dias y causan el desbordamiento del Nilo. Lo mismo se verifica en todas las montañas elevadas, produciendo igualmente lluvias inmensas en épocas fijas é inundaciones considerables. Los Monzones de la India conducen sobre los gates, alternativamente á Oriente y á Occidente, nublados del Océano indio, y producen las lluvias periódicas en cada uno de los dos lados siempre en las mismas épocas. Las nubes del mar Atlántico se condensan sobre las Cordilleras, donde producen en épocas fijas los desbordamientos inmensos de los grandes rios que nacen en aquellas montañas. Pero cada año varia la cantidad y la duracion de las lluvias; y aun si las montañas llegaran á bajar considerablemente, esto podria hacerlas cesar del todo.

El estado de los rios mismos; si son lentos, ó rápidos, si estan aprisionados en sus lechos por la canalizacion, ó libres de destruir sus riberas y seguir su pendiente natural; si tienen muchos ó pocos afluentes; si estos afluentes son continuos ó periódicos; si duran hasta el fin de los depósitos ó si se secan en el intervalo. La naturaleza de los bancos que rompen; si son arenas, guijos, arcillas ó rocas sólidas, como el granito y la caliza. La temperatura de las aguas corrientes.

La cantidad experimentará nuevas variaciones, cuando el rio, despues de haber destruido á fuerza de tiempo una roca silícea, no encuentre ya mas que capas movedizas en una parte considerable de su curso; variará tambien si todos los afluentes rompen á la vez capas movedizas ó atacan todos juntos bancos sólidos ó si los atacan sucesivamente. Los rios podrán experimentar largas intermitencias durante siglos enteros, mientras que antes, pocos años les bastaban para acumular inmensos depósitos.

A su entrada en el mar, los materiales de los rios sufrirán otras variaciones, bajo el mismo aspecto, segun que la recortadura de las costas, la fuerza y la disposicion de los remolinos, sean favorables ó contrarias á la corriente fluviátil, segun que los vientos reinen con mas ó menos violencia, y esta circunstancia puede variar por el simple derrumbamiento de una roca, etc.

Las dunas, la tierra vegetal, las hornagueras, las degradaciones de las montañas, el crecimiento de las nieves, el desgaste de las quebradas por el mar; todos estos pretendidos cronómetros de Deluc estan sometidos á tantas vicisitudes en su desarrollo, como los terraplenes y los depósitos fluviátiles y marinos mismos.

«Asi, *el estudio de una serie de fenómenos geológicos observados en cualquier parte y cuya duracion*

individual fuese conocida, no podria servir para fijar otros fenómenos análogos verificados en algun otro punto. Este resultado es de una gran importancia. Los calculadores han asignado cincuenta mil años á los terraplenes del Nilo; setenta mil á los del Po; otros tantos á los del Ganges, y los mismos á los del rio Amarillo de la China. Despues de haber comprendido bien ó mal la extension del fenómeno de los terraplenes en un tiempo dado, se han apresurado á someter el problema á una solucion; esta extension, han dicho, se ha formado en cien años; pues una extension décupla en longitud ha debido formarse en mil años. Pero no han examinado si las causas deben obrar siempre de la misma manera y con la misma intensidad; si lo que ya se ha hecho, por ejemplo, no ejerce una influencia capaz de acelerar ó retardar el producto de la misma causa, ó si la causa misma no está modificada por la sucesion de sus productos, lo cual turbaria completamente y de una manera contínua la ley de formacion de estos. Es imposible formar un cálculo retrógrado sobre los datos tomados en las circunstancias actuales.

Todo lo que se podria hacer con los datos geológicos, seria demostrar que en general los terraplenes son sumamente rápidos en las embocaduras de los rios y donde quiera que se verifican como en otro tiempo en grande escala por la cantidad y la extension. Si no se tienen otras pruebas del hecho, se puede muy bien creer, sin temor de engañarse respecto á la ciencia, que todos estos fenómenos se han operado en un tiempo infinitamente mas corto que aquel que les ha sido asignado.

Las consideraciones precedentes destruyen de un solo golpe las suposiciones establecidas por ciertas imaginaciones, para reducir en cierto modo á medida todas las formaciones de la tierra y fijar la edad de su masa total. No debe exigir á la geologia una prueba absoluta ni aun aproximadamente de la duracion del globo; esta prueba no está en la naturaleza de las cosas. ¿Cómo probar que un continente, ó que tal estado de la superficie de la tierra tiene una edad determinada? Este problema es demasiado complicado, depende de circunstancias muy numerosas y variables. Estos deplorables abusos introducidos en la ciencia, no son á propósito para desacreditarla, porque la geologia no se parece al oráculo de Delfos, que tenia una respuesta para todas las preguntas.

CAPITULO VIII.

ARTICULO IV.

DE LAS VARIACIONES EN LA CALIDAD DE LAS PRODUCTOS DE LA CAUSA ACUOSA, ORÍGEN DE LAS ALTERNATIVAS; REFUTACION DE LA HIPÓTESIS DE JORGE CUVIER.

Las sustancias minerales transportadas por las corrientes en las cuencas lacustrales y marinas, no son siempre las mismas, sus variaciones dependen de un gran número de causas pero las mas ordinarias parecen ser la accion intermitente de ciertas corrientes de agua; los cambios que sobrevienen en el estado de las montañas de donde los rios toman su orígen; la diferencia mineralógica de los terrenos lavados por sus diversos afluentes y la de las capas que arrebatan sucesivamente del fondo de su lecho; el descenso y la elevacion del nivel de sus aguas, y la irregularidad de sus crecidas.

Tal afluente conduce arena y tal otro arcilla; pero si la crecida no se verifica al mismo tiempo en los dos, puede suceder que el que no lo ha experimentado no lleve casi nada este año á la cuenca, donde van á parar sus aguas, y tendremos, por ejemplo, arcilla y no arena; al año siguiente, si la crecida sigue un sentido inverso, tendremos arena y no arcilla; finalmente, si los dos afluentes experimentan al mismo tiempo el efecto de las grandes aguas, resultaran margas arcillo-arenosas, tan distintas de las dos capas precedentes, como estas dos capas lo son una de otra, porque estos tres depósitos se componen de elementos diferentes. Si las intermitencias en el grado de intensidad de accion de las aguas afluentes, se repitieran muchas veces de la manera que acabamos de suponer, tendrian por efecto un número mas ó menos considerable de depósitos alternados de margas, de arenas y de arcillas.

La calidad de los productos experimentará otras variaciones análogas, cuando un rio, habiendo arrancado el banco sólido que formaba el fondo de su canal, empiece capas movedizas de naturaleza diferente de aquellas, cuyos restos acarreaba anteriormente. Hay afluentes que son continuos y otros que no son sino periódicos; siempre que los productos de los unos y de los otros no sean idénticos, tendremos, pues, en superposicion capas minerales diferentes. Un afluente antiguo transportaba materias carbonosas; si llega á desecarse, sus depósitos de lignitos podrán ser cubiertos por las arenas ó los gres de las corrientes que le sucedan en la misma línea. Algunas veces es preciso buscar la causa de estas variaciones hasta en la otra extremidad del trayecto de los rios. Se encuentran al pié de las montañas grandes masas graníticas completamente descompuestas por los agentes atmosféricos; los torrentes y las lluvias arrastran rápidamente las partes arcillosas hasta el rio que debe acarrearlas al mar donde empieza quizá el primer término de una serie de depósitos arcillosos que alternarán al tiempo de las crecidas con los depósitos heterogéneos producidos por el concurso de todos los afluentes.

Se ve, pues, que las mismas circunstancias que hacen variar la calidad de los materiales de la causa acuosa, producen tambien las *alternativas*, es decir, la repeticion, la vuelta de depósitos de la misma naturaleza á puntos diferentes de la línea vertical.

El fenómeno de las alternativas se verifica hoy en todos los rios: así el Mississipi acarrea unas veces arcillas rojas, otras arcillas azules, otras arenas y tambien enormes cantidades de leños. Asi el Sena unas veces es amarillo, cuando lava el suelo arcilloso de la Borgoña, y otras blanco, cuando los sedimentos le son suministrados por el Marne, que lava el suelo cretáceo de la Champaña.

Si es una cuenca de mar la que recibe las aguas continentales, el fenómeno de las alternativas presentará otras combinaciones. Existen continuamente dos grandes movimientos alternativos en sentido contrario: el de los rios que arrastran hácia los fondos, materiales tomados en todos los puntos elevados, y el de los mares que remontan hácia las orillas, materiales tomados de los fondos. Entre estas dos potencias hay lucha casi continua y no siempre vence la misma. En la época de las grandes inundaciones, los rios pueden rechazar las aguas del mar y transportar sus materiales sobre sedimentos marinos; en la época de las mareas mas bajas, ganan aun mas sobre el lecho del mar. Pero cuando vienen las grandes mareas, el mar rechaza á su vez el agua de los rios mucho mas allá de sus lechos, y pueden cubrir de restos arrastrados por sus aguas los depósitos precedentemente formados por el agua dulce. Los vientos favoreciendo unas veces el movimiento marino, y otras la accion fluviátil concurren tambien á producir estas combinaciones. Nadie ignora con qué rapidez la embocadura de ciertos rios penetra en el mar. Se puede apreciar la marcha de los terraplenes formados á orillas del mar de Azof y del mar Negro que el Danubio llena todos los dias. El Po ha ganado sobre el mar cerca de mil cuatrocientos metros durante los siglos XVII y XVIII. El Ródano ha ganado cerca de una legua, desde que

San Luis se embarcó en el puerto de Aigues-Mortes en 1269. Los materiales que el Mississipi acarrea en su embocadura han avanzado 15 leguas en menos de cien años, segun refieren Volney, Hall y Darby, que han dado detalles acerca de este inmenso delta. El lecho y los sedimentos de estos rios ocupan, pues, hoy espacios que el mar ha debido cubrir antes con sus propios depósitos.

Asi se explican en una serie de depósitos sobrepuestos, la mezcla de restos marinos y de agua dulce, y la repeticion mas ó menos frecuente, ya de capas marinas alternadas con capas de agua dulce, ya de capas de agua dulce alternadas con otras del mismo orígen, pero de naturaleza diferente. Estos son fenómenos que se producen en nuestros mares; han debido producirse, y es cierto que se han producido, en el antiguo mar y en todas las cuencas antiguas que habitamos. Todos los terrenos desde los mas antiguos hasta los mas modernos presentan numerosos ejemplos.

El fenómeno de las alternativas no supone, pues, como lo creia Cuvier, que el mar despues de haber ocupado mucho tiempo tal ó cual lugar, haya cambiado de sitio; que le hayan sucedido cuencas de agua dulce; que al cabo de un gran número de siglos, estas cuencas hayan podido á su vez ceder el puesto á un nuevo mar, continuando asi varias veces alternativamente. Nada necesita aquí estos cambios de lugar y estas sucesiones de mares y de rios. Los mismos mares y los mismos rios son los que han depositado las diferentes capas; estas dos causas han obrado simultáneamente y sin interrupcion. A pesar de las variaciones en los efectos del centro de la línea, hay constancia en sus dos extremidades, es decir, depósitos fluviátiles por una parte, depósitos marinos por otra, é intermediariamente alternativas de unos con otros. Las alternativas indican bien, que en los puntos que ocupan, ha habido sucesivamente suspension y renovacion de la accion marina y de la accion fluviátil, pero solo en estos puntos, puesto que en las extremidades la observacion demuestra la existencia de una serie de depósitos del mismo orígen, es decir, todos marinos en una parte, y todos de agua dulce en otra.

Por las primeras observaciones hechas sobre los terrenos terciarios de los alrededores de París compuso Cuvier su teoría, la cual ha sido combatida por una larga serie de hechos ofrecidos por los mismos terrenos mejor estudiados.

Y ademas la relacion íntima de las capas alternativas, es incompatible con la hipótesis de Cuvier; porque no debe creerse que hay en este hecho de las alternativas una precision rigorosa, tal como la que se deberia encontrar, si la causa fluviátil hubiera sido completamente extraña al producto de la causa marina y vice-versa.

Si las alternativas representaron el número de las estancias del mar sobre nuestros continentes, seria preciso admitir hoy solo para los terrenos terciarios y la creta blanca de París, no solo cuatro á cinco con Cuvier y Brongniart, sino el doble de este número, como se puede comprender por la tabla siguiente que indica la disposicion de las capas, su número y el de sus alternativas.

Terreros terciarios parisienses.

Número de las alternativas.	
1.	Piedras de molino (agua dulce). Margas de ostras, arenas y gres marinos.
2.	Yeso y caliza de agua dulce. Caliza grosera marina.
3.	Margas de lignitos (agua dulce). Caliza grosera marina.
4.	Margas de lignitos (agua dulce). Caliza grosera marina.
5.	Arcilla (agua dulce). Caliza grosera marina.
6.	Arcilla (agua dulce). Caliza pisolítica marina.
7.	Arcilla (agua dulce). Creta marina.

Asi los terrenos de París, que no representan sino los estados inferior y medio del sistema terciario, presentan hasta siete veces la repeticion de este fenómeno; por consiguiente seria preciso admitir para la reproduccion de las capas marinas de estos dos estados solamente, otras tantas invasiones sucesivas del antiguo mar en nuestros continentes. Pero existe un estado superior que Cuvier no habia estudiado, y en el cual las formaciones marinas y de agua dulce se hallan tambien separadas varias veces en capas alternativas. No es esto todo: no puede dudarse que todos los órdenes de terrenos sedimentosos inferiores á los terciarios, han sido producidos por las mismas causas que estos últimos; ahora bien, tienen tambien sus alternativas, y la superposicion de las capas marinas y de agua dulce, se observa en ellos tan frecuentemente, que los geólogos citan hasta cincuenta ó sesenta capas alternadas solo en el terreno hullífero. Pero véase el colmo de la inverosimilitud: á este prodigioso número de ocupaciones de la tierra por el Océano, habria que añadir para explicar la existencia de las capas de agua dulce, un número igual de rios que se habrian sucedido unos á otros, en los intervalos de las retiradas y vueltas de las olas marinas y siempre en la misma direccion y en los mismos lechos.

Esta maravillosa historia de las revoluciones de nuestro globo, no se aviene mejor con la analogía que existe entre las capas constitutivas de una misma formacion, analogía que no permite creer que hayan sido depositadas por rios y océanos diferentes. En efecto, suponiendo que los mares hayan invadido siete veces súbitamente la antigua cuenca de París, que la hayan poseido durante millares de siglos, y que entre sus retiradas y sus vueltas, hayan venido siete rios sucesivamente á sobreponer sus depósitos á los depósitos oceánicos, es creible que durante el curso de estas largas y terribles revoluciones, todas las demás circunstancias hayan permanecido las mismas, tanto por parte del mar como de los rios. Esto es, sin embargo, lo que habria que admitir si se aceptara la teoría de las irrupciones marinas. Asi los terrenos de París contienen dos capas de lignitos, tres de arcilla y cinco de lechos de caliza grosera. Pero estas calizas son tan semejantes, que si se hace abstracion de los depósitos de agua dulce que las separan, no se podrian distinguir unas de otras, y si se ponen del mismo modo en serie continua los depósitos de agua dulce de la misma naturaleza, los lignitos y las arcillas, se encuentran las mismas relaciones de semejanza, la misma analogía; es preciso, pues, que todos estos depósitos análogos hayan sido formados por el mismo mar y los mismos rios, á menos que él suponga que cinco mares diferentes se hayan extendido para no llevar á los mismos puntos sino caliza grosera semejante; que tres rios separados por un gran número de siglos, hayan lavado, sin embargo el mismo suelo arcilloso, siguiendo la misma línea y depositando sus sedimentos semejantes en el mismo punto abandonado por los mares, y que otras dos corrientes, despues

de haber surcado bosques formados de especies vegetales idénticas, y sembradas expresamente en los mismos puntos, hayan transportado los restos precisamente al mismo sitio, elegido por los mares y los rios anteriores, para ser asiento de combinaciones semejantes. ¡Qué seria si extendiéramos este raciocinio al terreno hullífero donde las alternativas de capas análogas son de ocho á diez veces mas numerosas!

Cuando los terrenos de Europa en el estado en que los vemos al presente, salieron del seno de las aguas, fue probablemente por primera vez; si hay excepciones no son mas que locales. En ninguna parte se encuentran en su lugar restos de un suelo que haya estado sometido anteriormente á las influencias atmosféricas y en el cual hayan vivido animales ó vegetales, y el yacimiento de los fósiles demuestra que todos han sido transportados bajo las aguas.

La hipótesis de Cuvier no es pues la interpretacion fiel de los hechos, y es preciso volver á la teoría propuesta por los geólogos observadores. Segun esta la mezcla de las alternativas de formacion diferente, en su punto de contacto, mezcla que se observa en todos los terrenos, es un hecho que debe necesariamente renovarse hoy en las embocaduras, porque la accion de una de las causas de que son producto no se ha suspendido aun cuando la otra comienza. Ademas las alternativas de formacion diferente, lejos de ser la expresion general de los hechos que se verifican en este momento, no son mas que un fenómeno local y no deben tener lugar sino en puntos generalmente bastante próximos á las embocaduras. Ahora bien, el estudio de los seres fósiles prueba que las de los terrenos de todas edades que han salido de las aguas no se encuentran sino en puntos que fueron en otro tiempo embocaduras de rios. Existe pues aun, bajo estos conceptos, la mas perfecta analogía entre los fenómenos antiguos y los fenómenos actuales. Unos y otros proceden, pues, de causas idénticas y cuya accion no ha cambiado.

Acabamos de ver las variaciones que pueden experimentar los materiales de la causa acuosa; pero si queremos abarcar en su conjunto todos los productos de esta causa y sus diferencias, representémonos un ancho mar con sus corrientes generales, en cuyo seno se precipitan torrentes y rios, despues de haber atravesado, unos, lagos; otros, tierras desiertas, y otros paises cubiertos de bosques y poblados de animales. Mientras que los manantiales que alimentan los lagos depositan en sus cuencas las materias de que estaban cargados, mientras que los rios abandonan una parte de sus materiales á lo largo de las orillas, y transportan el resto al mar, á distancias mayores ó menores de sus embocaduras, y la accion violenta, desordenada, diluviana, de los torrentes desbordados, arrastra mezclados sus productos y los amontona confusamente en la cuenca marina, por su parte el mar, por el efecto de sus remolinos, de sus propias corrientes, de sus mareas, forma cerca de sus orillas, y en sus partes mas profundas, depósitos compuestos de moluscos y de restos de políperos; al mismo tiempo, la causa ígnea, obrando bajo el espesor total del suelo de terraplen que ha dislocado, llena con sus productos las cavidades de este suelo, ó las hace subir en lavas hasta las bocas de sus cráteres, desde donde se extienden bajo las aguas por corrientes sucesivas. Algunas veces las lavas pueden alternar con los depósitos marinos; pero por lo general las olas y las corrientes se apoderan de ellas, y las van á depositar mas lejos en forma de verdaderos sedimentos acuosos. Muchas veces tambien la causa ígnea remueve materiales depositados mucho tiempo antes por las aguas, arranca rocas antiguas sedimentosas, las funde en sus vastos hornos para hacer de ellas la materia de sus lavas, ó arroja por sus cráteres los fragmentos sólidos que caen alrededor de la montaña de lavas, donde serán envueltos y cubiertos por lavas posteriores.

Estas son todas las clases de formaciones de rocas: rocas arcillosas, calizas, carbonosas, arenáceas, silíceas, formaciones *diluvianas*, efectos de los torrentes y de las grandes inundaciones, *lacustrales*, *fluviátiles*, fluvio-marinas, ó de embocadura con sus alternativas, *marinas litorales* ó de ribera, *marinas pelagianas* ó de plena mar, *plutonianas* ó ígneas, *pluto-neptunianas* cuyos materiales, suministrados por la causa ígnea, han sido removidos por la causa acuosa, y *neptuno-plutonianas*, cuyos materiales suministrados por la causa acuosa han sido removidos por la causa ígnea. Todas estas causas se hallan aun en accion, todas estas combinaciones se encuentran en la naturaleza actual, como estan representadas por sus efectos en los terrenos antiguos; todos estos efectos se verifican simultáneamente y no suponen irrupcion alguna marina ni cambio de temperatura.

Estos depósitos, tan diferentes por sus cualidades y su orígen, lo seran aun mas por sus fósiles. No todos los contendran, y los fósiles no seran los mismos en todos. El rio que baña paises desiertos no depositará mas cuerpos organizados que moluscos y animales fluviátiles; el que atraviesa un lago, arrastrará los despojos de los animales que le habitan hasta el mar, donde se mezclaran con los de los animales marinos en las formaciones de embocadura. Otros rios, que laven un suelo poblado de plantas y animales terrestres, conduciran igualmente sus restos á la cuenca marina. La fauna y flora marina estaran tambien representadas; pero los depósitos litorales y de embocadura, no recibiran en general mas que las especies que viven cerca de las orillas, mientras que los depósitos pelagianos estaran compuestos de los restos de las que frecuentan la alta mar.

A estas causas ya tan complicadas, á estos efectos tan numerosos y tan diferentes, se añadiran otros, si los remolinos y las corrientes de este mar arrastran los materiales fluvio-marinos hasta la proximidad de los depósitos pelagianos, ó si vienen á traer materiales pelagianos cerca de los depósitos de ribera y de embocadura. Porque entonces estas diferentes capas, aunque de naturaleza tan diversa, podrán confundirse en una parte ó en la totalidad de su extension; si las corrientes fueran periódicas, resultarian alternativas, pasos y nuevas variaciones en los fenómenos.

Ademas de las circunstancias de orígen, de calidad, de fósiles y de posicion que hacen variar los materiales de la causa acuosa, hay otras diferencias que proceden de su edad y de la mayor ó menor extension de las cuencas en que han sido depositados. Las rocas deben formar y forman en efecto mezclas tanto mas considerables, cuanto mas modernos sean los terrenos, porque la accion de las aguas tenia entonces á su disposicion mayor número de especies de materiales. Notemos, en efecto, que las dos causas del suelo, el agua y el calor, han sido al mismo tiempo causas de destruccion de una parte de este mismo suelo, por sus efectos posteriores. Depósitos continuos han sido muchas veces recortados, y arrancados por la accion corrosiva del agua que ha separado y transportado los materiales á otros puntos. La destruccion de las rocas primarias ha suministrado materiales para las rocas de segunda edad; despues estas dos primeras edades han contribuido á un mismo tiempo á la composicion de las rocas de la tercera, la cual á su vez ofrece aun en este momento, juntamente con las otras dos, elementos á la causa acuosa para las rocas que se hallan en camino de formarse.

Se distinguen tambien los efectos de una causa que obra en grande escala de los efectos de la misma causa cuando obra sobre varios puntos de menor extension, como los rios respecto al mar. En el primer caso estos efectos podran parecerse, sin que exista relacion en-

tre ellos; en el segundo se relacionaran unos con otros sin parecerse tanto. En las cuencas pequeñas, siendo los depósitos litorales mas próximos á los depósitos pelagianos, y los depósitos fiuviátiles á los depósitos litorales, las diferencias se haran sentir á menores distancias. En las cuencas grandes las relaciones de semejanza existiran en un gran espacio, porque las circunstancias son en ellas mas uniformes y aun las mismas en mayores extensiones. Las cuencas del período primitivo eran mas extensas y menos numerosas que las del período secundario, el cual se halla á su vez en la misma relacion con el período terciario. Asi las capas primitivas son mas semejantes á grandes distancias, se encuentran analogías palpables entre los terrenos carboníferos de Europa y los de América, mientras que, gradualmente en los terrenos secundarios y terciarios que ocupan cuencas mas numerosas y mas circunscritas, encontramos diferencias en puntos mas próximos; asi, los depósitos cretáceos de París, difieren ya de los de la misma formacion en la Normandía y en el Perigueux. Sin embargo los depósitos de creta de todos los paises se parecen mas ó menos, porque todos son pelagianos, y han sido producidos por circunstancias análogas, lo mismo que se encuentra semejanza entre todos los diferentes depósitos de ribera, y en unos como en otros, esta semejanza existe en mas puntos, si han sido depositados en la misma cuenca y en la misma época, y es menor si ocupan cuencas diferentes y pertenecen á diferentes épocas.

ARTICULO V.

PASOS, FORMAS, DISPOSICION, ESTRUCTURA, CIRCUNSCRIPCION DE LOS PRODUCTOS DE LA CAUSA ACUOSA.

El estudio de un antiguo barranco, de un torrente desecado, nos demuestra que las aguas depositan los diversos materiales á distancias diferentes, siguiendo un órden constante; el de su pesantez relativa. Las arcillas, mas ligeras que las arenas, son transportadas mas lejos; despues, remontando el canal, se encuentran sucesivamente las arenas, los guijarros, y finalmente los cantos que estan mas cerca del punto de partida de la corriente, de manera que en viendo el depósito, y sin tener en cuenta la pendiente del terreno, juzgamos que las aguas partian del lado en que se encuentran los materiales mas pesados.

Cuando los materiales que acarrea una corriente son de pesantez desigual, la naturaleza del depósito no será pues idéntica en todos los puntos, puesto que podrá componerse en unas partes de cantos, en otras de guijo ó de arena, y mas lejos de arcilla.

Estudiando una quebrada, observamos tambien que en los puntos en que los materiales de diferente naturaleza se encuentran, hay paso y mezcla de sus rocas y de sus fósiles. El cambio de naturaleza no tiene nada de repentino ó de cortado; no se pasa de repente, por ejemplo, de las arenas á la arcilla, sino por transacciones y gradaciones casi insensibles.

Todo el mundo puede convencerse igualmente de que estas diferentes masas no tienen en toda su longitud la misma profundidad ni la misma extension; su mayor potencia está en los puntos medios, y de estos puntos á sus dos extremidades se adelgazan poco á poco, y acaban en nada: esta es la forma normal de los depósitos.

Si las fuertes crecidas devuelven á la arroyada toda su rapidez, los materiales de diferente peso no se depositaran en los mismos puntos; los cantos podran ser arrastrados sobre los guijos, y estos sobre las arenas ó sobre las arcillas, y tendremos nuevos pasos y alternativas en la misma capa.

Todos los sistemas antiguos presentan estos accidentes; no hay diferencia sino en la extension de la escala. A cada paso encontraremos depósitos que cambian de naturaleza, y que siendo arenas en un punto, se convierten en arcilla ó caliza en otro; depósitos que disminuyen ó aumentan de potencia; y allí como en la naturaleza actual, estos cambios no se verifican sino insensiblemente, por gradaciones é intermedios.

Explicacion. No siempre se encuentran todas las capas de un mismo sistema de formacion en serie continua; no hay en todas partes el mismo número; hay algunas que faltan, aunque el órden general nunca se halle invertido y el núm. 4, por ejemplo, nunca ocupe el sitio de la capa núm. 6. Estos claros son producidos por la accion intermitente de las aguas, que ya mas débiles recorren menos espacio, ya mas fuertes recorren mas. Todo se explica por el modo de accion de las causas actuales.

Formas. Los travertines afectan una forma cónica; la deben al modo de accion particular de los manantiales calcaríferos de que son depósito. Las capas sedimentosas, producidas por el mar y por los rios, pueden ofrecer accidentalmente una forma análoga por efecto de las roturas ó de la excavacion de sus líneas horizontales.

Disposicion. Pero su forma primitiva y normal, es mas ó menos discoidea, y se puede comparar un conjunto de capas á porciones de esferas sobrepuestas. Sin embargo, las capas no estan sobrepuestas en el sentido de su mayor extension. Asi en una serie de cuatro depósitos, por ejemplo, el tercero puede estar en contacto con los dos primeros, y el cuarto con todos los demás.|

Estructura. En general los depósitos de la causa ígnea, son macizos; los de la causa acuosa estan ordinariamente estratificados, es decir, compuestos de lechos pequeños, delgados y sobrepuestos como las hojas de un libro. Esta estructura hojosa, caracteriza sobre todo los depósitos formados en una agua tranquila; tales como los fluviátiles y los marinos pelagianos. Los depósitos marinos litorales, que se componen en general de materiales remontados de los fondos hácia las orillas por una causa violenta, no estan de ordinario mas que groseramente estratificados. Los depósitos que producen hoy nuestros mares y nuestros rios, son igualmente estratiformes, y la comparacion hace conocer la misma diferencia de estratificacion entre los depósitos marinos de riberas y los fluviátiles.

La estructura foliácea de las rocas, la diferencia de grano y de tejido de estas hojas ó lechos distintos, anuncian claramente los efectos repetidos sucesivos y de una causa continua y regular; excluyen la idea de revoluciones violentas y súbitas que no habrian sobrepuesto regular y constantemente, sino confundido estos estratos tan delgados asi como los fósiles que les son propios.

Los depósitos de nuestra época son movedizos ó sólidos como los de todas las épocas anteriores. Si tenemos mas depósitos movedizos á proporcion que los terrenos antiguos, depende de que los nuestros no han sido cubiertos. Hay tambien mas capas movedizas en los terrenos de la época terciaria que en los de una edad mas antigua, pero debe notarse que no tenemos de los terrenos mas antiguos mas que las porciones centrales, porque sus partes litorales han sido empleadas por las aguas en la composicion de los sistemas secundario y terciario, mientras que no conocemos aun de los terrenos terciarios y contemporáneos, sino las capas litorales únicas que han salido de las aguas. Ahora bien, los depósitos de ribera, son siempre mas movedizos; en primer lugar, porque se componen de materiales mas groseros que las porciones centrales depositadas en aguas mas tranquilas, donde no llegan mas que sedimentos muy finos, y despues porque no han experimentado la presion de masas superiores tan poderosas.

Circunscripcion. Seria un grave error creer que los depósitos se extienden por todas partes de la tierra en envolturas concéntricas, continuas, como las películas que envuelven un fruto. Hay muchas veces falta de continuidad. Los depósitos de una época no cubren sino solo en parte á los de otra época; nunca son mas que locales. El suelo primitivo no ha sido cubierto enteramente por el suelo de terraplen. Los terrenos primitivos no han formado mas que masas accidentales. Los secundarios no han cubierto en todas partes á los primitivos; reposan, ya sobre estos últimos, ya sobre rocas graníticas, y los terrenos terciarios, á su vez, se hallan en contacto con los primarios y los secundarios, y aun con el suelo primitivo. En fin, estos tres sistemas se encuentran muy rara vez en serie continua; sin embargo, existen puntos en que se hallan distintamente sobrepuestos. Los terrenos sedimentosos no han sido, pues, nunca, mas que un fenómeno local, como lo son aun nuestros terrenos contemporáneos.

Hemos dicho que existen puntos, en los cuales los tres órdenes de terrenos se hallan sobrepuestos unos á otros; pero esta serie continua no se compone sino de algunos depósitos de cada terreno, y nunca abraza todas las capas y todas sus alternativas. Es, pues, preciso, admitir dos clases de series geológicas: una serie general producida por la superposicion de tres grandes sistemas de terrenos, y series particulares y locales, propias de cada país. La serie general completa, no es mas que una extraccion deducida de los hechos particulares, y que no tiene mas objeto que facilitar el estudio y las observaciones sin poder servir de base á una teoría fundada en los hechos; las series locales son las solamente reales, las únicas de que se podrian sacar consecuencias. No se debe, pues, esperar encontrar todos los depósitos de la serie general en cada localidad, ni aun en alguna; ni pretender enlazar todos los depósitos de la serie de un país á la serie de otros; esto seria como si se quisiera calcar la carta geográfica de todos los paises sobre la de su provincia, la historia de todos los pueblos, sobre la del pueblo que se conoce mejor.

ARTICULO VI.

DE LOS FÓSILES.

Lo que es un fósil. Los geólogos llaman hoy *fosiles*, ***todo indicio de ser organizado en las capas regulares del suelo,*** y entienden por capas regulares, las que no han sido trastornadas. Una concha depositada ayer en una capa regular, se encuentra en las mismas condiciones que estaba al dia siguiente de su enterramiento la que fue depositada hace mil años; una y otra son, pues, fósiles; llamar á la primera, con los antiguos geólogos, *fósil moderno*, *sub-fósil*, *pseudo-fósil*, es decir un fósil que no es fósil. ¿Cuándo, pues, se le llamará fósil? ¿dentro de cincuenta ó de cien años? ¿Pero qué motivo habria para asignarle un término mas bien que otro? Hallándose en serie continua todos los fenómenos desde los mas antiguos hasta los mas modernos, los geólogos consideran hoy como verdaderos fósiles, los restos sepultados en todas las partes de estos terrenos, si son capas regulares. No hay razon para excluir los que se forman actualmente, mas bien que los que se hubiesen formado desde el *diluvio* ó los tiempos históricos. Por otra parte, los tiempos históricos no son los mismos para cada pueblo, y es imposible decir donde empiezan, y en cuanto á los terrenos ***post-diluvianos***, sin razon se ha querido darles por carácter el no contener objeto alguno de la industria humana, como si despues y antes del *diluvio*, los depósitos no hubieran podido envolver estos monumentos cerca de los lugares habitados entonces por los hombres.

Estado de los fósiles. Los fósiles no se hallan todos en el mismo estado; algunas veces se han conservado en estado natural; mas frecuentemente, la sustancia animal ó vegetal, ha sido reemplazada por materias minerales. Unas veces el reemplazo se ha hecho en masa y de una manera grosera; otras veces se ha verificado por imbibicion, cuando la sustancia mineral introducida molécula á molécula en los poros del ser organizado, representa el detalle de sus formas y de su estructura. Este reemplazo, como se ve, no es jamás una transformacion; ni aun es una verdadera sustitucion; las moléculas minerales han ocupado los vacíos que se encontraban entre las moléculas orgánicas, y estas últimas se han descompuesto, y como si se introdujera en una esponja un cuerpo susceptible de volverse sólido, y se destruyera en seguida esta esponja.

Frecuentemente no hay mas que la impresion de los cuerpos, lo que sucede siempre que las cavidades resultantes de su descomposicion, han tomado sus formas exteriores, ó que materias minerales introducidas en las valvas de los moluscos, han reproducido y conservado sus formas interiores. Este es el caso en que se encuentran muchas conchas que han dejado su *ganga* ó roca, sus moldes interiores ó exteriores, y hojas de helechos señaladas en huecos sobre el carbon de piedra.

Como ejemplo de fósiles conservados en su estado natural, se pueden citar en general los dientes y los huesos, las materias fecales de ciertos animales, conocidas en la ciencia con el nombre de *coprolitas*, jugos vegetales, como el sucino ó ámbar amarillo y monumentos de la industria del hombre.

Muchos animales no tienen mas que partes blandas; no debe esperarse, sino muy rara vez, encontrar sus restos en el seno de la tierra. Se cita el molde de un cerebelo de mamífero (un *anoplotherium*), con sus circunvoluciones encontrado en los terrenos terciarios.

Los peces de la capa piscífera de un terreno hullífero que existe cerca de Autun, han conservado frecuentemente su carne; segun Mylius, el cristalino se encuentra todavía compuesto de una masa blanca, como en los peces cocidos. En muchos ejemplares de la especie del género *macroponia* de la creta de Sussex, Agassiz ha visto no solamente las branquias, sino tambien todo el estómago con sus paredes membranosas solidificadas, y en la cavidad abdominal coprolitas.

Entre las especies de los géneros *tresops* y *leptolepis*, que pertenecen al terreno jurásico ó al lias, varias han llegado á presentar en la cavidad abdominal intestinos fósiles; pero estas son excepciones.

Los tegumentos mismos, tales como el cuero, el pelo, etc., se fosilizan rara vez, y su conservacion en estado natural, cuando se verifica, es debida á la prontitud con que los cuerpos han sido envueltos en sustancias minerales que impiden la putrefaccion.

Condiciones de la fosilizacion. Es un hecho que de todos los seres que mueren sobre la tierra, no queda nada al cabo de cierto tiempo. El aire atmosférico es el disolvente natural de todos los seres abandonados á su influencia; el agua clara es aun un disolvente mas activo, porque el aire de que está saturada contiene mas oxígeno que el aire atmosférico libre. Como los animales terrestres, los animales acuáticos que perecen en el agua clara, se hallan, pues, sometidos á una ley de destruccion rápida; las conchas y las partes sólidas, resisten un poco mas tiempo, pero si no son envueltas por sedimentos que las preserven de la accion del aire, se descomponen tambien bastante pronto. Para que un cuerpo se fosilice, es preciso que se encuentre en las aguas, y que estas aguas contengan en suspension, acarreen y depositen sustancias minerales que impidan la putrefaccion, y

que estas sustancias envuelvan y sustraigan el cuerpo organizado del contacto del aire, y del contacto inmediato del agua; causas generales de la descomposicion de los cadáveres en la superficie de la tierra, en la tierra, y en el agua transparente y clara. Es, pues, bajo las aguas, donde se verifica este fenómeno, y no puede verificarse sobre la tierra, sino de una manera enteramente accidental y local, ya sea por un derrumbamiento que encerrara cuerpos en un vacío, ya por los volcanes que los sepultáran bajo sus lavas; y todavía en el primer caso, no habria fósiles, porque no habria capas regulares. Así los seres no nos pueden transmitir testimonio de su antigua existencia, sino cuando han sido acarreados por las aguas despues de su muerte, y envueltos en masas minerales. Estas condiciones eran necesarias en otro tiempo y lo son todavía. La fosilizacion no puede, pues, darnos el estado de la fauna ni de la flora de ninguna época; no puede producir mas que trozos, únicos restos excepcionales que recoge y conserva, cuando se encuentran en las condiciones anteriores; tampoco es por otra parte, un fenómeno de los tiempos antiguos mas que de los tiempos actuales.

La fosilizacion es tambien un fenómeno de los tiempos actuales. No podemos demostrar en todas partes que se preparan fósiles para el porvenir, porque el hecho pasa en el seno de las aguas; pero en ciertos puntos de los lagos y de las orillas del mar, vemos depósitos fosilíferos que se hallan en camino de formarse. En otras partes vemos otros que se han formado desde que el hombre habita los paises en que se encuentran, y á cada paso encontramos en toda la extension de los mares algunos cuya novedad parece demostrada por todos los restos de especies ó de variedades aun vivas que los constituyen. Las capas fosilíferas recientes de esta última clase, se observan especialmente en Inglaterra, Francia, Sicilia, Suecia, Noruega, las Indias Occidentales, en la Guadalupe, y en varias islas del archipiélago de las Antillas. Todas estas capas son regulares, horizontales, estratiformes; sus materiales orgánicos no se diferencian en manera alguna, como fósiles, de los que existen en los terrenos mas antiguos, y si llegaran á descomponerse y á desaparecer de su ganga, dejarian en ella para las generaciones futuras, moldes, impresiones, indicios de su existencia, lo mismo que han hecho los seres fósiles de los períodos anteriores.

Entre los depósitos de fósiles formados despues de haber hombres, se citan á lo largo de las costas occidentales de la América del Sur, capas que consisten, bastante comunmente en masas enormes de conchas semejantes á las que abundan en el mar Pacífico, y que han presentado en la isla de San Lorenzo, cerca de Lima, fragmentos de algodon y de junco tejidos.

Finalmente otras rocas fosilíferas igualmente horizontales y estratiformes, se hallan actualmente en formacion. Hemos hablado de las piedras molares que se desarrollan á orillas del mar: dichas piedras contienen fósiles. Hace algun tiempo se forma en Santo Domingo y en algunas otras islas una caliza muy dura que consiste en conchas y corales pulverizados, en la Guadalupe se ha descubierto una caliza análoga, que contiene precisamente los mismos materiales. En el lago de Bakie, en Escocia, modernamente desecado, existen rocas formadas despues del advenimiento del hombre, y que se continúan hoy en otros puntos, las cuales presentan cimentados y aglomerados por la sílice y el carbonato de cal, un gran número de moluscos con tallos y semillas de *Chara*, idénticos á las especies vivas que existen en las mismas localidades.

Es bien sabido que se forman todos los dias en las costas de Islandia, verdaderos peces fósiles en un lodo azulado que se endurece fácilmente al aire. Agassiz ha demostrado la identidad de uno de ellos con el *mallotus villosus*, especie viva. Estos ictiolitos ó restos de peces, se encuentran encerrados en geodas ó piedras cavernosas, absolutamente lo mismo que ciertas especies de los géneros *acanthodes*, *amblypterus* y *palæoniscus*, que pertenecen al terreno hullífero. Algunos pececillos se empastan tambien en la arcilla, en las costas de la Rochela y de Scapezzona; en la marca de Ancona, las riberas del Sena, en las cercanías de París, presentan un depósito margoso, que se aumenta todos los dias y que está lleno de *unio* y de una gran cantidad de conchas univalvas que viven en las aguas de aquel rio. Seria demasiado largo citar todos los demás ejemplos.

Así en los momentos actuales se forman fósiles, como se formaban en otro tiempo y como se formaran en todas las épocas, donde quiera que se reunan las condiciones del fenómeno.

Importancia del estudio de los fósiles. Los fósiles ofrecen datos preciosos sobre la historia filosófica de los seres y de la corteza terrestre; sin embargo no conducen á la resolucion de los problemas de la ciencia, sino cuando se estudian con cuidado las circunstancias de su yacimiento, así como las costumbres y los caracteres de las especies vivas; comparándolos con los seres existentes, es como se consigue reconocer si tienen todavía sus idénticos ó sus análogos conocidos en el mundo presente ó si eran enteramente desemejantes de los que se conocen vivos en la actualidad; cuales fueron sus costumbres, los lugares ó la naturaleza del líquido en que se desarrollaron es decir, si eran marinos, fluviátiles, lacustrales, terrestres ó si vivian en la embocadura de los rios. Por este medio llegamos á reconocer que ciertos depósitos deben referirse exclusivamente á la accion marina; otros solamente á la accion fluviátil, y otros al concurso de estas dos causas. La hulla prueba que habia tambien en otro tiempo tierras descubiertas, grandes vegetales, inmensos bosques, mientras que las conchas marinas que la acompañan, demuestran la existencia de antiguos mares, cuyas cuencas han quedado en seco y se han convertido en habitacion de las plantas y de los animales.

Importancia de las circunstancias de su yacimiento. El estudio del yacimiento de los fósiles no es menos importante, y por haberle descuidado ha producido la geologia hipotética tantos sistemas contradictorios, y sacado de hechos mal apreciados tantas consecuencias falsas ó demasiado aventuradas. Si sobre fósiles de otros seres han vivido y dejado sus impresiones ó sus despojos, los primeros no habran sido sepultados sino mucho tiempo despues de su muerte, y nada probará que hayan perecido á consecuencia de revoluciones súbitas mas bien que de muerte natural; este es el caso en que se encuentran las conchas atravesadas por gusanos marinos, ó cubiertas de materias sólidas, segregadas por los pólipos. O los fósiles estan todavía enteros y se adhieren á la roca, en cuyo caso le son posteriores, aun como seres vivos, ó se hallan en estado de fragmentos distantes de sus hábitos locales, y entonces le son anteriores, han sido separados de los lugares que habitaban, transportados por las aguas, y es necesario buscar en parte distinta de los puntos que ocupan al presente las condiciones de su existencia. Se deberá observar la manera con que estan colocados en medio de las materias minerales que los envuelven: los moluscos agrupados por familias, colocados de plano ó sobre la abertura, etc., enteros, bien conservados, sepultados en capas homogéneas y extratiformes, ó bien han vivido en los lugares en que se encuentran, como vemos los *cardium* en las arenas y en las margas de nuestras riberas, cuando el agua está baja, como vemos los bancos de ostra, etc., ó bien indican una accion lenta, uniforme, tranquila; y si son fluviátiles, un rio es el que los ha depositado con los otros materiales de la roca. Ninguna circunstancia debe desdeñarse, debe tenerse en

cuenta la asociacion en la misma capa, de seres que no han podido vivir en los mismos lugares. Asi en ciertos depósitos se ve que animales terrestres han ido á encontrar los cuerpos marinos, y que cuerpos marinos han sido remontados por las olas hasta el dominio de los seres fluviátiles; estas clases de mezclas caracterizan depósitos de embocadura.

Hemos visto en el artículo III, que los materiales de los depósitos antiguos, han sido acarreados por las mismas causas que los de los depósitos actuales por las aguas del mar, de las fuentes y de los rios, obrando como obran aun hoy; asi pues, los fósiles encerrados en estos depósitos han sido transportados por las mismas causas á los puntos en que las materias minerales los han cubierto, y no arrebatados por una causa violenta, extraordinaria, como lo serian las irrupciones del mar sobre el continente. Este resultado importante á donde nos ha conducido el estudio de los productos de la causa acuosa, se confirma plenamente por el de los fósiles.

Refutacion de la teoría de Cuvier por el yacimiento de los fósiles. Si colocándose en el mismo punto de vista que Cuvier, se pone uno á estudiar el yacimiento de los fósiles, bajo la influencia de la idea de que los seres cuyos restos son, han sido destruidos por las invasiones del mar, y en seguida cubiertos por el de sedimentos, se espera encontrarlos no en depósitos regularmente estratificados y homogéneos, sino en capas marinas muy mezcladas, tortuosas, y ofreciendo todos los caracteres de depósitos diluvianos; se representan no repartidos á todos los niveles de la capa, sino colocados en una misma zona y en contacto por una parte con el suelo en que vivieron, y por otra con las materias depositadas por estas grandes oleadas marinas; se buscan los efectos de esta causa poderosa y desordenada, que abarca en su accion una extension inmensa, en masas considerables de esqueletos ó de osamentas pertenecientes á animales terrestres, marinos y de agua dulce, confundidos con vegetales de toda especie, de todo lugar y de toda region. Nada de esto hay sin embargo.

El estudio de los terrenos mismos de París no permite aceptar esta teoría: 1.° La existencia de esa caliza llena de limnæas, molusco de agua dulce, que forma un banco, en medio de la caliza marina en Sergy y Osny; 2.° la mezcla, en algunas partes del mismo banco, del sedimento marino con nuliolitas y ceritos, y del sedimento compacto con limneas en el mismo ejemplar; 3.° la misma mezcla en Triel; 4.° la de las conchas marinas y de agua dulce, con huesos de *palæotherium*, mamífero terrestre, en Beauchamp; 5.° la existencia de la arcilla con lignito, planorbos, paludinas, limneas, en medio de los bancos de caliza grosera marina, en Vaugirard y Bagneux; 6.° la de un lecho muy delgado de caliza llena exclusivamente de limneas y planorbos, intercalado entre los diferentes bancos de ostras en la cumbre de Montmartre, encima del yeso, inferiormente á las arenas marinas superiores, etc., etc., prueban que al mismo nivel se formaban en los mismos lugares depósitos de agua dulce al mismo tiempo que se depositaban sedimentos marinos.

Ademas la existencia de una capa de marga de mas de tres piés de espesor, llena únicamente de impresiones de conchas de mar, de especies numerosas de erizos marinos, de crustáceos, de restos de vegetales marinos, etc., sobre varios bancos de yeso; la alternacion en los mismos puntos de yeso sacaroideo y cristalizado, y de caliza margosa con ceritas, *cardium* y otros testáceos marinos, prueban con la mayor parte de los hechos referidos anteriormente, que en un mismo momento las circunstancias eran tales en la cuenca parisien, que podian formarse en ella depósitos zoológicamente marinos, y depósitos yesosos atribuidos á las aguas lacustrales, y esto alternativamente y á cortos intervalos, sin que haya cambio en la naturaleza mineralógica de los sedimentos.

Los yacimientos y las analogías prueban que los cadáveres de los mamíferos, de las aves, de los peces, de los reptiles, la testa de los moluscos terrestres y fluviátiles, los fragmentos de leño de palmeras fósiles, característicos de la formacion yesosa, han sido conducidos y depositados en un vasto golfo á la embocadura de un gran rio, por una corriente continental que alimentaban las altas regiones situadas al Este y Sudeste de París, y donde vivian las numerosas razas cuyos restos se han convertido en fósiles.

La serie de los depósitos margosos, arcillosos, calizos y yesosos, ofrece todos los caracteres de materias transportadas periódicamente de una manera intermitente algunas veces y á intervalos mas ó menos largos; la diferencia que presentan las especies fósiles en lechos muy delgados y muy extensos, sobrepuestos (telinas y ostras por ejemplo), anuncia que estas acumuladas, reunidas en un punto cualquiera de la cuenca, han podido ser instantáneamente arrastradas por una agitacion insólita de las aguas, y esparcidas con la sustancia del sedimento que las envuelve, del mismo modo que se ve todos los dias en nuestras costas á una ola cubrir la playa de una especie de cuerpo organizado, á otra ola cubrir al dia siguiente este primer depósito con una capa de piedras de dimension casi igual entre sí, capa que á su vez será mas tarde sepultada bajo arenas finas ó fango, si alguna circunstancia particular hace cambiar la direccion de las corrientes productoras y les ofrece materiales de naturaleza diferente.

«¿Cómo es, dice Marcelo de Serres, que capas de una misma formacion, distantes solamente unas de otras sobre 400 toesas (780 metros), se hallen caracterizadas por fósiles diferentes? No se puede explicar semejante fenómeno sino recordando lo que pasa en nuestras costas. Cuando se recorren las playas en épocas diferentes, se observa que las conchas, como los zoófitos y las plantas marinas arrojadas á la ribera por los mares, no son las mismas en las diferentes épocas del año. Asi en cierta época, los ceritos, los *cardium*, las mactras, dominan á lo largo de las costas, y se encuentran en ellas casi exclusivamente, mientras que en otra, estos géneros estan reemplazados por los solen, las venus, los donaces, cuyas especies no solamente son las mas abundantes, sino que parecen casi las únicas que el mar ha arrojado.»

Los yacimientos de los fósiles, la manera con que se suceden, no pueden, pues, indicar de modo alguno, que las razas de los animales que representan, se hayan sucedido en el órden que se observa en la superposicion relativa de estos restos.

El sistema de las irrupciones rechazado asi por la geologia misma, lo es tambien por los geómetras y los astrónomos que demuestran, con Laplace la estabilidad del equilibrio de los mares.

Ha sido por otra parte combatido y puesto en duda por observaciones contradictorias y experimentos de muchos geólogos observadores. Lametherie, Beudant, Faujas, Brard, Daubuisson, Marcelo de Serres, Breislack, Boué, Ferussac y Humboldt mismo.

A pesar de estas oposiciones que se han tachado de hipótesis, el sistema de las irrupciones ha prevalecido.

No obstante, si son irrupciones del mar las que han destruido los animales terrestres sobre el suelo habitado, ¿cómo no se encuentra indicio alguno de este suelo, de los bosques, etc.? ¿puede concebirse que los animales hubieran muerto en el sitio y que todos los árboles hubieran desaparecido? por qué dos efectos tan diferentes de una misma causa? Muy lejos de encontrar indicios de un suelo anteriormente habitado, las capas marinas y las capas de agua dulce

pasan unas á otras de una manera tan imperceptible, oscilan entre sí de tal modo, que es preciso reconocer una serie de depósitos contínuos, que se han formado evidentemente sin interrupcion en la misma cuenca. Ademas ha sido hasta ahora imposible demostrar en un punto cualquiera de la superficie de las diferentes formaciones antiguas, ya sean de creta, ya de caliza oolítica y aun de granito, que estas superficies hubieran sufrido las influencias atmosféricas antes de haber sido cubiertas por las formaciones mas modernas.

En el Soissonés, las capas superiores de la caliza grosera, se hallan mucho mas elevadas que los últimos depósitos de yeso. Se sabe que en efecto, mientras las últimas capas de yeso de la cuenca de París no se elevan á mas de 100 metros sobre el nivel del mar actual, la caliza grosera mas antigua llega en Laon á una altura de cerca de 300 metros.

«En esta posicion relativa, es preciso admitir una de dos cosas (siempre en la hipótesis que se trata de combatir): ó que las aguas dulces del lago no se elevaban bastante para cubrir la caliza de Laon y depositar sobre ella capas yesosas, y entonces se deberia encontrar entre Montmartre y el Soissonés la orilla del lago, ó bien, que el lago tenia 900 piés de profundidad, y la superficie de sus aguas se elevaba 600 sobre la cumbre de las colinas inmediatas; elevacion prodigiosa, pero absolutamente necesaria para que todo el espacio entre París y la montaña de Laon haya estado bajo las aguas; pero en esta última hipótesis seria preciso remontar la ribera mas lejos, ya fuera al pié de las Ardenas, de los Vosges, del Morvan, del Lemosin, ó de la Bretaña, y la dificultad no habria hecho mas que aplazarse; solamente seria mas difícil concebir la vuelta de los mares á puntos tan elevados.»

En fin para apoyar el sistema de la invasion súbita del suelo habitado por las irrupciones repetidas del mar, se han citado; 1.° los tallos de vegetales terrestres en las hulleras; 2.° las rocas atravesadas por fólades, y que al presente se hallan á una gran elevacion sobre el nivel del Océano, asi como los fragmentos de caliza y de limneas atravesados por los mismos moluscos; 3.° la acumulacion y enterramiento de las osamentas de mamíferos en extensas cavernas; 4.° algunos hechos locales que presentan el ejemplo de un suelo verdaderamente vegetal lleno de plantas y de conchas terrestres, bajo hiladas bastante regulares y alternadas de mas de 20 piés de espesor, de arenas y de arcillas que contienen algunos fósiles marinos. Vamos á estudiar con Prevost estos cuatro puntos.

1.° TALLOS VERTICALES DE VEGETALES TERRESTRES EN LAS HULLERAS.

«Los terrenos que contienen restos de vegetales terrestres conservados en estado de hulla ó de lignito, estan generalmente compuestos de series alternativas varias veces repetidas, de materia carbonosa, de gres, de arcilla y de caliza que se presentan al observador bajo el mismo aspecto en localidades muy distantes unas de otras, y que tienen evidentemente los caracteres de los verdaderos sedimentos formados por las aguas durante un largo período y en cuencas tranquilas.

»El número de las capas de hulla que se encuentran unas sobre otras (y siempre separadas por lechos, semejantes entre sí, de gres hullífero ó de arcilla esquitosa) es generalmente muy considerable. En Anzin, se cuentan mas de cincuenta; en Lieja se han reconocido sesenta; solo la montaña de Dutweiller, cerca de Saarbruck, contiene treinta y dos; en Newcastle, el pozo de Killingworth, de doscientos diez metros de profundidad, atraviesa veinte y cinco; las capas de gres y de arcilla en los mismos lugares son mucho mas considerables.»

La semejanza de estructura y de composicion en todas estas capas tan numerosas, parece anunciar una especie de constancia en la repeticion de las circunstancias bajo las cuales se han depositado las diferentes hiladas; al primer exámen se rechaza la idea de catástrofes multiplicadas que hubieran cambiado alternativamente el mismo punto del globo en tierra seca propio para la vegetacion y en fondo de mar ó lago.

Sin embargo, varias minas de carbon de piedra, entre ellas las de Saint-Etienne han presentado algunos troncos que afectaban una posicion vertical opuesta á la de los lechos de naturaleza diferente que atraviesan, y de esto, se ha creido deber deducir que estos troncos habian sido sepultados entre sedimentos conducidos por una inundacion al sitío mismo en que las plantas habian nacido.

Prevost hace observar en primer lugar que la posicion vertical de los troncos en los terrenos de carbon de piedra y en los de lignito, es siempre excepcional; que la mayor parte de los restos vegetales característicos de los mismos terrenos, estan tendidos en el sentido de los estratos; que estan comprimidos y extendidos entre las hojas; que los tallos verticales se hallan algunas veces entre dos capas de carbon de la misma naturaleza; que atraviesan varios lechos de composicion diferente, de manera que es absolutamente preciso admitir que despues como antes de la irrupcion supuesta de los mares y el enterramiento de los árboles que existian entonces sobre el suelo terrestre, las circunstancias han sido las mismas. En tal caso hay necesidad de suponer un número increible de inundaciones y de retiradas sucesivas de los mares en que las circunstancias del suelo inundado hayan cambiado, lo cual es inadmisible.

Ademas, los troncos verticales deberian á lo menos mostrar indicios de raices. Ahora bien, casi todos por el contrario estan como truncados y rotos. Despues, el pié de los troncos ramosos se halla á la mayor altura en el banco, de manera que las raices de los unos se hallarian á la misma altura que la cima de los otros, en cuyo caso habria de admitirse homogeneidad entre la arena en que crecieron aquellos troncos y la que vino á sepultarlos, sin que se aperciba sin embargo indicio alguno de suelo vegetal. No se pueden pues admitir las inundaciones reiteradas de los mares para explicar la posicion vertical de los troncos de los terrenos hullíferos. Pero se puede explicar muy bien este fenómeno por lo que pasa todavía hoy en los mares de América, de donde la gran corriente ecuatorial arrastra los árboles enteros á las costas de Islandia y de Spitzberg. Mas de ocho mil piés cúbicos de materias vegetales se dice que pasan por una de las embocaduras del Mississipi en pocas horas, y en todos estos transportes se observan troncos, en posicion mas ó menos vertical, determinada, ya sea por el mayor peso de una de las extremidades del tronco, ya por enredarse entre otros vegetales acarreados con él. Finalmente, Prevost hace las deducciones siguientes:

1.° *Los fósiles terrestres como los fósiles de agua dulce y marina, son los vestigios de los únicos cuerpos organizados, que por circunstancias locales han podido ser cubiertos en el seno de las aguas por sedimentos.*

2.° *Los fósiles terrestres no pueden dar mas que una idea aproximada del conjunto de los seres y de las plantas que vivian en el trayecto de las aguas continentales corrientes ó en las orillas de los mares, y que no pueden hacernos conocer cómo estaban poblados el interior de los continentes, las llanuras elevadas y las altas montañas.*

2.° ROCAS ELEVADAS Y CALIZA DE AGUA DULCE, ATRAVESADAS POR MOLUSCOS LITÓFAGOS MARINOS.

«Se han recogido ya un gran número de observaciones relativas á rocas atravesadas por fólades, y que se ven hoy, ó muy por encima del nivel del mar, ó bien cubiertas por depósitos marinos mas recientes.»

Ahora bien, Prevost que ha observado por sí mismo estos hechos con cuidado, ve en ellos una prueba de la estancia del mar en ciertas localidades que ha abandonado, y en otras no ve mas que especies de cantos rodados conducidos á su sitio actual por causas diversas; pero en ninguna parte puede encontrar pruebas de irrupciones reiteradas de los mares, puesto que los efectos mismos observados no se repiten.

3.° CAVERNAS DE OSAMENTAS, BRECHAS HUESOSAS Y DILUVION.

«Reuno aquí estos tres órdenes de hechos geológicos, dice Prevost, porque me parecen tener mucha relacion entre sí en cuanto á la naturaleza de las causas de que son efectos y á la época en que se han verificado, y tambien para hacer observar, que si algunos pudieran ser presentados como prueba de que al menos una vez las tierras habitadas han sido universalmente inundadas, ningun hecho de estos prueba una larga permanencia de los mares, una verdadera irrupcion sobre continentes anteriormente puestos en seco. Porque reflexionándolo bien, se verá que podemos todo lo mas conjeturar, segun los datos que nos ofrecen las cavernas de osamentas, las brechas huesosas y lo que se llama el diluvion, que en una época á la cual podemos hasta cierto punto remontarnos, una violenta catástrofe y pasagera inundacion, parece haber asolado y sumergido paises habitados entonces, sin que podamos afirmar al mismo tiempo que estos paises fueron exactamente los mismos que los de la época actual, y cuyas partes bajas al menos, me parece por el contrario, que fueron descubiertas á consecuencia de este grande y último acontecimiento.»

«Se sabe que no solamente el fondo de los valles, sino nuestras llanuras elevadas y la cumbre de nuestras colinas, hasta una gran altura, estan cubiertos de terrenos movedizos, de marga blanda, de arena, de guijo, de cantos rodados que contienen, acompañan ó cubren casi en todas partes las osamentas de grandes animales mamíferos, de los cuales algunos pertenecen á razas perdidas; hendiduras verticales de rocas antiguas, desde la punta de Gibraltar hasta el fondo del Mediterráneo, estan llenas de un cimiento terroso rojizo casi en todas partes semejante, que ha aglutinado los restos huesósos de animales desconocidos ó análogos á varios de los que habitan al presente comarcas apartadas del punto donde se les encuentra; finalmente, el suelo de Alemania, de Francia, de Inglaterra y de otros muchos puntos que han sido menos estudiados, está atravesado de espaciosas cavernas, cuyas sinuosidades irregulares estan llenas de los inumerables despojos de diversos carniceros, de paquidermos, de rumiantes, etc. y segun algunas señales particulares, se ha creido poder asegurar positivamente, que en varias de estas cavernas, los animales carniceros habrian vivido habitualmente y habrian transportado allí los huesos de los otros animales.

Se debe observar en primer lugar, que las mismas cavernas, en un principio inhabitables, han podido hacerse habitables mas tarde, despues de la acumulacion del depósito huesoso que ha hecho desaparecer, llenándolas, las sinuosidades del antiguo suelo originario y despues que se ha verificado el último descenso de las aguas.

En efecto, la disposicion de estas cavernas, que estan muchas veces á alturas diferentes, donde no se puede penetrar sin ayuda de escalas, ó practicando escaleras, el espesor considerable de los depósitos hosíferos en ciertos puntos, la mezcla de los huesos de algunas especies diferentes y de individuos de todas edades, los sedimentos arcillosos, la arena, el guijo y los cantos que les acompañan, que les envuelven y que llenan enteramente y hasta el techo algunas de las galerías, no permiten dudar de que, en el mayor número de casos, las osamentas hayan sido conducidas é introducidas por aguas corrientes que habrian atravesado las cavernas, ya continuamente, ya en épocas periódicas ó irregulares, cuando se verificó la inundacion de los lugares elevados por efecto del desbordamiento de rios, ó despues de la ruptura de los diques de los lagos superiores.

Las cavernas, aun atravesadas hoy por corrientes de agua ó de los rios y que dan lugar á lo que se llama pérdidas, como la del Ródano, cerca del fuerte de la Esclusa, cavernas donde se depositan todos los cuerpos acarreados por estas corrientes de aguas, explican suficientemente lo que ha debido suceder en otro tiempo.

Finalmente, un gran número de cavernas estan llenas de osamentas y de sedimentos, no solamente sobre su suelo, sino aun en sus paredes y algunas veces hasta en el techo. No se puede, pues, admitir que hayan estado habitadas por carníceros, hienas ú otros que las hubiesen llenado.

Todo por el contrario, induce á afirmar que han sido llenas por el acarreo de las aguas.

La misma causa explica las brechas huesosas y todos los depósitos llamados *diluvianos*.

4.° EJEMPLOS DE TIERRA VEGETAL RECUBIERTA POR SEDIMENTOS FORMANDO BANCOS REGULARES.

«Semejantes ejemplos parecerian probar la inundacion de un suelo continental, y responder al menos en parte á las objeciones que he tratado de hacer valer contra el sistema de las irrupciones y retiradas de las aguas, si no fuera posible hacer ver que hechos de este género pueden haber sido producidos por causas puramente locales y accidentales que no se deben confundir con los fenómenos generales que no se puede prescindir de imaginar, para concebir que el mar ha podido invadir y abandonar varias veces los mismos puntos de la superficie del globo. Me limitaré á citar dos observaciones, en torno de las cuales podran por analogía agrupar otras muchas á medida que se tenga ocasion de recogerlas.»

Prevost cita á continuacion un suelo vegetal, bajo lechos de pudingas y de arcilla en Marsella; despues la arena amarilla de Montmorency, bajo la cual se encuentra una capa de tierra vegetal. Finalmente, demuestra que estos dos hechos son debidos á causas particulares y locales.

No se ven en parte alguna acumulaciones de huesos, inmediatamente bajo sedimentos marinos, entre estos y un suelo diferente que se podria considerar como el que hubieran habitado; en sedimentos homogénos y perfectamente estratificados, margas, yeso y arcillas, es donde se encuentran muchos mamíferos terrestres con moluscos de agua dulce; en vez de estar colocados al mismo nivel, estan escalonados en toda su altura, y ciertas especies son tan propias de cada capa, que por ellas muchas veces se distinguen las capas mismas; nada pues se parece menos á los efectos de una causa súbita, perturbadora, desordenada, que el yacimiento de los fósiles en las capas de la tierra.

Hay sin duda yacimientos, cuyas circunstancias indican una inundacion violenta y una verdadera formacion diluviana; pero este fenómeno, puramente

excepcional, no tiene nada de comun con las irrupciones del mar en nuestros continentes; y en estos mismos casos, la observacion de los fósiles indica siempre que las aguas dulces son, las que extendiéndose, se han aproximado al mar, como algunas cuencas de lagos ocupados por depósitos fluviátiles, ó cuyos diques se hubieran roto, se vaciaran en la cuenca de los mares.

Hemos visto que las formaciones de diverso orígen se mezclan en sus puntos de contacto; que no solamente hay proximidad, sino que tambien continuidad de sus tejidos, y que su línea de separacion no está jamás clara y marcada; ahora bien, la de sus fósiles respectivos no lo es mas. En el mismo ejemplar tomado en los puntos cuyo límite es mas ó menos flotante, se ve un fragmento de roca de agua dulce con fósiles del mismo orígen, y un fragmento de roca marina con sus fósiles marinos; algunas veces tambien el pedazo de caliza marino contiene fósiles de agua dulce, y el pedazo de marga ó de arcilla fluviátil, fósiles marinos. La causa que ha producido el depósito inferior, no habia, pues, cesado enteramente de obrar, cuando ha empezado la accion que ha producido la capa superior. Asi no solamente los fósiles de las especies terrestres no estan cubiertos por sedimentos marinos, sino que ni aun ha podido haber entre estos sedimentos y el depósito de agua dulce, suelo habitado, sobre el cual estas especies hayan vivido antes de repetirse la irrupcion marina.

Aun cuando los fósiles no pasaran de una formacion á otra, y las dos no fueran sino contiguas, otras consideraciones de yacimiento no permitirian creer que haya habido intermediariamente un suelo habitado.

Si fuese preciso admitir con el autor de las *Investigaciones sobre las osamentas fósiles*, que los animales han vivido en los mismos sitios donde se encuentran sus huesos, y que estos huesos, esparcidos en la superficie del suelo, despues de la muerte natural de los animales de que proceden, han sido cubiertos de nuevas capas por inundaciones marinas que hubieran al mismo tiempo muerto y enterrado en el sitio los individuos que las aguas hubieran encontrado vivos, ¿no parece incontestable, dice Constant Prevost, que se debieran encontrar bajo los depósitos de este antiguo mar, las caracteres de un suelo anteriormente habitado, reconocer las antiguas sábanas, los antiguos bosque de palmeras que alimentaban y abrigaban los *palæotherium*, los *anoplotherium*, etc., lo mismo que se deberian encontrar en posiciones mas elevadas, con los huesos de los mastodontes, de rinocerontes, elefantes, ciervos, etc., algunos vestigios de las selvas menos antiguas, que habrian servido de retiro á aquellos grandes mamíferos?

«¿Cómo, en efecto, suponer que la misma inundacion que hubiera dejado sus cadáveres muchas veces enteros en los lugares que frecuentaban algun tiempo antes, ¿habria sin embargo arrancado, destruido, aniquilado todas las plantas asi como el terreno vegetal que alimentaba á estas? ¿Cómo esta causa impotente para hacer desaparecer animales pequeños, como roedores, aves, cuyos esqueletos se encuentran casi intactos en el yeso, habria borrado de encima de las rocas anteriormente expuestas al aire, todas las señales que la vegetacion y los animales debian haber impreso al suelo puesto al descubierto? Tales habrian sido, sin embargo, los singulares efectos de estas dos ó tres irrupciones admitidas para explicar la destruccion de las razas de los *anoplotherium* y de los *palæotherium* de nuestros yesos y de los elefantes y otros mamíferos terrestres de que tantos restos encierran las capas superficiales de nuestras comarcas.»

«Si una cuarta vez viniera el mar á cubrir la cumbre de Montmartre, ¿puede suponerse, cualquiera que fuera su violencia, que las señales de las corrientes de agua desaparecerian, que nuestras gruesas hornagueras serian destruidas; que todos los árboles, todas las plantas de nuestros bosques serian desarraigadas, aniquiladas; que sin exceptuar valles abrigados, gargantas profundas, la tierra vegetal seria por todas partes desleida y arrastrada, y que en el mismo momento en que la irrupcion marina borrara de la superficie de las capas de nuestras calizas, de nuestros gres, los efectos de su exposicion al aire, dejaria yacentes en el sitio en que hubieran vivido los cadáveres casi intactos de los caballos, de los bueyes y de los hombres que no hubieran podido escapar? ¿Por qué la fuerza que arrancara los mayores árboles y los hiciera desaparecer, habia de dejar en el lugar que ocupaban los animales ahogados?»

«He visto muchas veces, dice todavía este observador, lechos que contenian conchas marinas, reposar inmediatamente sobre lechos cuyos fósiles de agua dulce no parecian en manera alguna haber sido alterados ni movidos, aunque fueran muy delicados, y no estuvieran adheridos á las capas movibles que los encerraban.»

Hé aquí nuevas circunstancias de yacimiento que no se avienen mejor con la suposicion de Cuvier. ¿Por qué, si estas terribles invasiones del mar hubieran producido las capas marinas que cubren inmediatamente las capas de agua dulce movedizas, no habrian anteriormente arrebatado, y roto las conchas libres y frágiles depositadas en la superficie de estas? ¿No habrian constantemente asolado, barrido esta superficie movediza, ó en el caso contrario, no habria puntos, ya en los terrenos terciarios, ya en los sistemas mas antiguos, donde seria posible demostrar muy claramente que han experimentado las influencias atmosféricas antes de haber sido cubiertos por formaciones mas recientes?

Por lo demás, este juego de retiradas y vueltas del mar fue imaginado para explicar la destruccion de las especies llamadas *perdidas* por los geólogos. Sus partidarios habian reducido á tres períodos principales la existencia de los mamíferos terrestres. El primero, ó el de los paleoterios, lofiodontes, queropótamos, etc., comprendia la parte media de los terrenos terciarios, es decir, el yeso, las arenas ó gres medios y las cuencas lacustrales. El mar, habiendo venido á sumergir la tierra, habia aniquilado esta primera produccion de cuadrúpedos, á la cual habian sucedido despues de la retirada de las aguas, los mastodontes, los elefantes, los rinocerontes, los hipopótamos, los rumiantes, los carniceros, etc., los animales de este segundo período, destruidos á su vez por una nueva invasion de los mares, ocupaban exclusivamente el depósito terciario superior, formado de los faluns de la Turena, de las cavernas y de las brechas huesosas, de una gran parte del diluvion, etc., etc.; el tercer período comprendia el hombre, los cuadrumanos, y todos los animales vivos cuyos restos se encuentran en el *diluvion de globos erráticos*, y en las capas *postdiluvianas*. Se suponia, pues, que estos tres grupos de seres no habian aparecido sobre la tierra, sino sucesivamente; que habian vivido en ella desconocidos unos de otros, puesto que habian estado separados por las irrupciones del Océano, las cuales únicamente podian explicar su ausencia del mundo actual y de los depósitos superiores á aquellos en que se encuentran sus restos. Asi, pues, en el hecho supuesto de la desaparicion completa en ciertos depósitos, de algunos géneros, y su reemplazo por otros géneros *nuevos*, está fundada la teoría de las invasiones y retiradas alternativas del Océano.

Pero descubrimientos posteriores han demostrado la inexactitud de este hecho: los caballos y los cuadrumanos, animales de nuestro período, descienden hasta los terciarios medios, en Sausan, cerca de Auch, donde estan asociados á los rinocerontes, á los mas-

todontes, á los carniceros, etc., animales del segundo período, y á los *palæotherium* del primero, y los *palæotherium* y *lophiodon* suben hasta los terciarios superiores, en las arenas fluvio-marinas de la Turena, en las de Montpellier y Montabuzard, donde se encuentran aun en compañía de todos los demás géneros; de los rinocerontes, de los mastodontes, de los caballos, de los rumiantes, y aun de los reptiles, de que Cuvier habia hecho, sin embargo, la primera y mas antigua de sus cuatro edades.

Todos estos géneros de animales han sido, pues, contemporáneos.

Habitaron cierta parte de Europa en una misma época; ni unos ni otros han sido destruidos por inundaciones generales, de que por otra parte no hay indicio alguno, y no ha habido destruccion total simultánea.

Estas observaciones son aplicables á todos los terrenos sin excepcion.

Ademas, cuando un género cesa de manifestarse en la serie geológica, sus últimas especies estan asociadas, *en las mismas capas*, á la de otro género, que se prosigue en las capas siguientes: por ejemplo, los fósiles del núm. 1 estan asociados con los del número 2, los del núm. 2 con los del núm. 3, los del número 3 con los del número 4 y aun bastante frecuentemente, los fósiles del núm. 1 se encuentran con los de todos los otros números; de manera que en todas las épocas ha habido, como hay, asociacion de géneros extinguidos con géneros aun vivos; é igualmente hay géneros que han atravesado toda la serie de los terrenos que han vivido en todas las épocas y que viven aun, como hemos visto.

La manera cómo se hallan los fósiles, en las capas del globo, establece, pues, bien claramente que los fósiles no han sido sepultados en el sitio; que no han vivido en los lugares donde se encuentran actualmente sus restos, sino que han sido transportados despues de su muerte por las corrientes marinas y de agua dulce.

Si de estas observaciones generales y comunes á todas las rocas que constituyen el conjunto de los depósitos acuosos, descendemos al exámen de las circunstancias particulares de su yacimiento en las rocas de la misma naturaleza, veremos que no todas se han encontrado en condiciones semejantes, que unas han sido depositadas en aguas tranquilas y profundas y otras á orillas del mar; que unas son debidas al mar, otras á los rios y otras al concurso de estas dos causas; veremos al mismo tiempo confirmarse el hecho del transporte de los restos orgánicos por las aguas.

Orígen marino de las calizas probado por los fósiles. En general, las rocas calizas tienen por carácter comun ser de restos de animales acuáticos, sobre todo moluscos y políperos; encierran tambien erizos marinos ó equínidos, encrinos y crustáceos. Bancos extensos, formaciones enteras, tales como la creta, la caliza grosera, las calizas de políperos, de encrinos, de portunios, el crag de coralinas, que se componen casi únicamente de los despojos de estos diferentes animales. Algunas veces las conchas de ostras, y los políperos se hallan aun adheridos á los bancos sólidos en que vinieron los animales; por otra parte los análogos vivos de las especies fósiles, propias de las rocas calizas, habitan la cuenca de los mares, tambien sus rocas calizas las que han presentado vegetales marinos. Las especies fósiles de la familia de las *confervas*, las algas ó *alguictas*, las *zostera* y *caulinia* de la familia de las nayades, son casi los únicos vegetales marinos que se han encontrado en estado fósil, y generalmente se hallan en las calizas. No hay, pues, duda acerca del orígen de las calizas; han sido generalmente depositadas por las aguas del mar.

Transporte de los restos orgánicos de la roca caliza. Pero vemos que todos estos restos, con muy corta diferencia, han sido transportados despues de la muerte de las plantas y de los animales; se hallan en estado de fragmentos. Las conchas bivalvas no conservan su posicion vertical; no se adhieren á las rocas, ni á otros moluscos; se encuentran colocadas de plano abiertas y vacías; las dos valvas estan desprendidas, separadas y rara vez enteras; muchas veces suelen verse sérpulas y pólipos que han vivido en su superficie interna. Los restos de otras clases llevan marcas igualmente evidentes de transporte. Las conchas de los equínidos estan llenas de otros restos orgánicos, estan aplastadas, ó rotas, ó cubiertas de materias segregadas por los pólipos; por lo general, no queda de los encrinos mas que esas rodajas que han producido las manchas blancas que se observan en tan gran número en el mármol de Bélgica usado para las chimeneas. Todos estos restos han sido, pues, sacados de su lugar, rodados y transportados despues de la muerte de los animales.

Por el estudio de los caracteres de los fósiles y de las particularidades de su yacimiento, se llega tambien á admitir calizas pelagianas ó formadas en plena mar, y calizas litorales y de embocadura. Alrededor de París se encuentran los tipos de estas dos clases de formaciones, en la caliza grosera y la creta de Mendon.

Orígen pelagiano de la creta blanca, y transporte de sus fósiles, etc. La finura de la creta blanca, la homogeneidad y la potencia de su masa, su pureza exenta de mezcla, el corto número de sus estratos aparentes, etc., no son todo lo que indica un depósito formado en aguas tranquilas y profundas. Los análogos de los animales, cuyos despojos encierra, no habitan sino en el fondo del mar. No parece compuesta en gran parte sino de políperos arrebatados en este estado por las corrientes ó molidos por las olas, y de una gran cantidad de caparazones de infusorios. Es verdad que se encuentran algunas conchas enteras, belemnitas, conchas de equínidos, y aun algunas veces leños en estado silíceo; pero todos estos restos estaban dotados de una gran ligereza y podian sobrenadar. Estos leños atravesados de moluscos han flotado mucho tiempo antes de descender al fondo de las aguas; estas conchas estaban vacías y habian sido arrojadas; estas belemnitas terminaban en un ensanche membranoso que las mantenia en la superficie del agua; estos erizos de mar estan vacíos y desnudos de sus espinas, y todos los dias vemos á las aguas transportarlos en este estado á distancias muy considerables. La comparacion de la creta de Meudon con las de las orillas de la cuenca en que ha sido depositada, viene aun en apoyo de esta idea. Asi en la Champaña y en otros muchos puntos, mientras que la caliza se vuelve arenosa y se acerca á la caliza grosera, sus fósiles se vuelven litorales, y no son ya casi exclusivamente bivalvas como en la creta blanca.

Es verdad que la creta está tambien caracterizada por nódulos silíceos, dispuestos en lechos horizontales, no continuos, á siete ú ocho piés de distancia unos de otros, afectando en general formas digitadas, y algunas veces en lugar de nódulos, por especies de tablas mas ó menos contínuas, y de una extension considerable; pero que nunca forman verdaderos estratos. Ahora bien, estos riñones de la creta no son, como se ha pretendido, cantos rodados; se han formado en el sitio y amoldado sobre materiales preexistentes, y que debian hallarse aun en estado pastoso. Nada los distingue bajo este aspecto de los nódulos que se encuentran en las margas calizas, en las arcillas, en el yeso y en las molares. El pedernal tiene frecuentemente aristas; ha formado filones en las hendiduras de la masa, y no las ha llenado simultáneamente, por que los filones indican, por la manera con que se cortan, edades y épocas diferentes. Algu-

nas veces los lechos paralelos de pedernal han sido encorvados por fallos, sin que haya indicios de roturas, y partes rajadas y desunidas han sido soldadas de nuevo por la materia silícea.

El pedernal se hallaba, pues, en estado pastoso; se ha formado, pues, en aquel sitio por la influencia de la sílice hácia los puntos de atraccion; su presencia en la creta no es una verdadera objecion contra el orígen pelagiano de esta roca, y desde luego este orígen está probado por los fósiles.

Orígen litoral y fluvio-marino de la caliza grosera, y transporte de los fósiles de esta roca. Encima de la creta y reposando sobre ella, otra formacion, la de la caliza grosera, presenta caracteres muy diferentes. Aquí, los materiales marinos han sido impelidos y elevados violentamente por las olas de los fondos hácia las riberas; estos son masas de conchas de todas dimensiones, rotas, trituradas ó descompuestas en su sitio y reemplazadas por moldes é impresiones. Han pertenecido á moluscos que vivian á orillas del mar. Por lo demás, estos depósitos groseramente estratificados se han formado sin embargo lentamente, lecho por lecho, y no son, por consiguiente, el efecto de una accion brusca y desordenada, sino sometida á una ley lo mismo que la que ha producido las arcillas y los gres. Los bancos de esta caliza presentan bastante frecuentemente lechos delgados, numerosos y muy distintos, y las diferencias existen á un mismo tiempo en el grano y en los fósiles. Tal lecho no contiene telinas; tal otro, solo ceritas; y otro, solamente *nummulitas*, ó si el mismo género reaparece, la especie no es siempre la misma. Asi vemos á nuestros mares arrojar sobre sus costas, bien una especie, bien otra, segun las épocas, los años y los lugares; y en la misma costa algunas ensenadas difieren por los lechos de conchas que el mar arroja en ellas, pero estas conchas estan siempre muertas y vacías. ¿A que se debe la diferencia de posicion de estos fósiles? Evidentemente á las mismas causas que obran aun hoy, es decir, al cambio de direccion de las corrientes marinas que obran sucesivamente sobre puntos donde viven y mueren especies diferentes; á la diferente exposicion de las costas y sus ensenadas al viento, etc. Por esto, y otras muchas causas, se explica esta sucesion de fósiles diferentes, y la delgadez de los estratos donde estan empastados. Pero, como quiera que esto sea, todas estas circunstancias concurren á probar que la caliza grosera es un depósito de ribera.

Pero contiene tambien vegetales terrestres, conchas fluviátiles, dientes de cocodrilo, etc.; y estos fósiles se encuentran aun en mayor cantidad en margas de lignitos intercalados en la caliza grosera. Hay pues, dos causas que han confundido sus efectos, el agua dulce y el agua marina; esta caliza litoral es pues, al mismo tiempo un depósito de embocadura.

Hemos dicho que las calizas eran marinas, y esta es la regla; tiene sus excepciones que la confirman. Existen calizas de agua dulce, caracterizadas por *planorbos*, *paludinas lymneas*, semillas y troncos de *chara*; etc., géneros propios de las aguas fluviátiles ó lacustrales. Todos estos fósiles se observan en las margas calizas de los terrenos parisienses; las semillas de chara se ven en la misma capa en Passy y mas allá de Bicetre.

Los fósiles de las arcillas, de las arenáceas y de las margas, prueban que estas rocas han sido depositadas por aguas dulces. Las demás rocas tienen igualmente sus fósiles que las caracterizan y nos hacen conocer su orígen. A las arcillas y á las margas, á los depósitos yesosos y arenáceos, pertenecen casi exclusivamente no solo los vegetales y los mamíferos terrestres, los insectos, las aves, en una palabra, todos los cuerpos organizados procedentes de las tierras, sino tambien los animales fluviátiles y todos esos grandes reptiles de embocadura, cuyos géneros no se conocen vivos en su mayor parte, los ictiosauros, los cocodrilos, los plesiosauros, los pterodactilos, etc.

Los depósitos arcillosos contienen plantas terrestres, animales de agua dulce y de embocadura. Los fósiles estan agrupados por familias, ó á lo menos las familias estan poco mezcladas; cada capa contiene casi sus fósiles. Las conchas son muy ligeras, ordinariamente colocadas de plano y bien conservadas. Los esqueletos de reptiles estan aun enteros. Se ve que estos restos seguian el hilo de agua y que han sido depositados con lentitud. Hay mucha homogeneidad en la materia de la roca, la accion de que es efecto ha venido de arriba; es un rio y una formacion fluviátil ó fluvio-marina; la distancia á que penetra en el mar es indiferente. Si hay mezcla de los fósiles de agua dulce y de los fósiles marinos, es siempre fácil distinguirlos: los de agua dulce estan generalmente mejor conservados, porque el mar remonta sus materiales y los rompe, mientras que los de los rios vienen flotando y descendiendo á depósitarse por su propio peso.

En general los fósiles de las rocas arenáceas nos obligan á atribuirlos á la misma causa que las arcillas, y á ver tambien en ellos productos del lavado de las tierras por las aguas continentales. En las arenas ó gres, como en los esquistos arcillosos, se encuentran impresiones y tallos de vegetales terrestres.

No nos detendremos mas en los fósiles característicos de las formaciones de agua dulce y en su manera general de existir en las diferentes rocas. Pero existen cuatro yacimientos célebres que pertenecen enteramente ó en gran parte á estas mismas rocas, de las cuales creemos deber ocuparnos de nuevo en detalle, porque se han citado particularmente para establecer la tesis de las revoluciones del globo; queremos hablar de los depósitos pisclferos, de los elefantes de la Siberia, de los vegetales de las hulleras, y de las cavernas de osamentas. Se verá que estos grandes yacimientos, que responden de los otros, mejor interrogados por la geologia observadora, hablan hoy de muy distinto modo, y que su testimonio basta para poner fuera de duda, no solo el orígen de sus materiales inorgánicos, sino tambien el transporte de sus fósiles, despues de la muerte natural de los seres, por corrientes enteramente análogas á las de nuestros rios y nuestros mares actuales.

CAPITULO XIX.

I. CAVERNAS DE OSAMENTAS.

Se han encontrado cavernas de osamentas en todos los paises de Europa, en Italia, en Austria, Francia, Inglaterra; en Bélgica, en Alemania, en Hungría, en Siberia, etc., en diferentes puntos de América, como en el Brasil y en los Estados-Unidos, y hasta en la Nueva Holanda. Unas parecen haber sido producidas por las dislocaciones del suelo, y las otras por corrientes de agua subterráneas análogas á los remolinos de nuestros mares y de nuestros rios.

Las cavidades por donde algunos rios, como el Ródano cerca del fuerte de la Esclusa y el Charente, cerca de Angulema, pierden una parte de sus aguas, no parecen ser otra cosa sino la reproduccion, en la naturaleza actual, de los fenómenos de las cavernas de osamentas: abundan particularmente en Grecia. En el mismo valle donde se abre la célebre caverna de Kirkdale en Inglaterra, el riachuelo de Hodge-Bridge se pierde todavía hoy en una cavidad análoga. Muchas veces aun las cavernas son atravesadas por arroyos ó simples hilos de agua. El pulimento de sus paredes demuestra igualmente la larga permanencia que las aguas hicieron en ellas en otro tiempo.

Afectan formas tan extrañas como varias. Muchas

veces las diferentes cavidades de que se componen, separadas por tabiques ó por fondos, estan colocadas á niveles muy diferentes y no comunican entre sí sino por pasos sumamente estrechos y fangosos, y algunas veces tan inclinados, que no se puede pasar de una á otra sino practicando escaleras ó sirviéndose de escalas. El limo, los guijos y los cantos rodados que las han llenado totalmente ó en parte, se hallan siempre estratificados y dispuestos en planos mas ó menos horizontales. Hay algunas veces limo y fósiles hasta en el extremo mismo de los tabiques de la caverna. Las osamentas existen á todas las alturas en el espesor de los lechos sedimentosos que las envuelven, y que llenan á veces las cavidades hasta su bóveda. En un gran número, la abertura en la superficie del suelo está llena de las mismas materias, y á cierta distancia sobre el suelo se ven masas de guijos y de cantos rodados. Las osamentas estan algunas veces redondeadas, pertenecen á todos los géneros, y las mayores especies se hallan asociadas á las mas pequeñas; los mamuts, los rinocerontes, los hipopótamos, las hienas, los osos, los ciervos, los caballos, los bueyes, los lobos y las zorras, á los erizos, á los conejos, á los topos, á las ratas, á los murciélagos, á las aves y á los insectos. Pero los carniceros exceden en número, y entre ellos dominan la hiena y el oso de Europa. La hiena es tan abundante en las cavernas de Inglaterra que se ha pretendido con exageracion, que habia hasta mil quinientos individuos en una misma. El oso es igualmente abundante, y está aun mas esparcido. Existe en gran cantidad en las cavernas de todas las partes de Europa. En un solo punto se han desenterrado ochocientos dientes iguales de esta sola especie que representaban por consiguiente igual número de individuos. Estos huesos estan casi siempre separados, amontonados confusamente, rotos, fracturados, y conteniendo sin embargo tan gran cantidad de gelatina como los huesos recientes, enterrados á profundidades variables en el limo osífero, mezclados algunas veces con huesos de otros mamíferos de especies indígenas, y mas rara vez á especies exóticas, y en fin en varias cavernas del Mediodía de Francia y de Bélgica, acompañados de huesos de la especie humana ó de algunos productos de sus artes. Con los restos de estos géneros se encuentran tambien frecuentemente conchas terrestres y fluviátiles, pero nunca conchas marinas, á no ser en las cavernas mas cercanas al mar.

Las osamentas no han sido arrastradas á las cavernas por animales vivos. Tal es en su generalidad el fenómeno de las cavernas de osamentas, cuya produccion tenemos ahora que explicar. Decir que estos restos han sido arrastrados y amontonados por animales carniceros á quienes las cavernas servian de guarida y que al morir han dejado en ellas sus propios huesos, es una opinion que no puede admitirse sin ponerse en oposicion con todos los hechos.

Antes de la introduccion del limo y de los guijos en las cavernas, los animales no hubieran podido ocuparlas á causa de sus formas y de sus escarpados; no habrian podido arrastrar á ellas los grandes restos de paquidermos que se encuentran en ellas en tan gran cantidad y menos aun esqueletos enteros de mamuts, tales como los que se han desenterrado en número de tres en una sola caverna de la isla de Padresse.

La presencia de los restos de especies pequeñas no es menos embarazosa: ¿cómo suponer que grandes carniceros, como lobos, hienas, tigres, etc., hayan perdonado y dejado tantas veces intactos los huesos de los campañoles, de los erizos, de las musarañas, de los topos, de las aves, etc.?

Tambien podriamos hacer notar que no es entre el suelo de las cavernas y las materias sedimentosas donde se hallan colocados todos estos restos de seres organizados, sino en el espesor mismo de los depósitos estratificados y á todas las alturas; y que existen aun en la parte superior de los tabiques á donde los animales vivos nunca habrian podido llegar. Sin embargo, no insistimos en esta última dificultad, porque se podria salvar suponiendo que las osamentas han sido removidas por las aguas, y que estas las han dispuesto por estratos con los sedimentos que acarreaban en las cavernas.

Pero existe otro fenómeno, comun á casi todas las cavernas y que no debemos olvidar.

Este es, el alabastro de cal carbonatada depositada en *estalactitas* en su techo, y en *estalagmitas* en su suelo actual por infiltracion de aguas cargadas de moléculas calizas. Estas concreciones suponen bien, que en la época en que fueron producidas, las cavernas estaban sin agua, ó por lo menos en la extension que está cubierta de ellas, porque las aguas que hubieran ocupado ó solamente lavado las cavernas habrian arrastrado las estalagmitas é impedido que se formara su depósito, pero la posicion superficial de los depósitos estalagmíticos supone tambien que las cavernas estaban antes, y no han dejado hasta ahora de estar ocupadas por las aguas, y que por consiguiente no han servido de guarida á los animales antes de su ocupacion. Porque si hubiera sucedido esto, las osamentas y el limo reposarian algunas veces sobre un primer lecho de estalagmitas; las concreciones se observarian sobre el suelo primitivo de las cavernas lo mismo que sobre su suelo actual, debajo como encima del depósito fosilífero, lo cual jamás se verifica: las estalagmitas nunca forman en las cavernas mas que masas superficiales; si han penetrado algunas veces en la parte superior del limo, es por medio de las hendiduras producidas por la contraccion.

Otros geólogos han creido que los animales habian sido arrastrados á las cavernas por aguas diluvianas; pero la homogeneidad de los sedimentos, su disposicion estratiforme y mas ó menos horizontal, rechazan esta interpretacion. No se ven allí depósitos que presenten los caracteres de las formaciones diluvianas; despues, se concibe difícilmente cómo una accion de poco tiempo habria podido reunir, en tan corto espacio, una gran cantidad de osamentas, pertenecientes á especies que viven solitarias, en familias separadas, dándose caza, y que tienen necesidad de dispersarse y extenderse para hallar una presa suficiente, como el oso, el leon, el tigre, el lobo, la zorra, la hiena misma, etc.

Las osamentas no han sido arrastradas tampoco por irrupciones del mar sobre los continentes. No seria mas fundado el atribuir la ocupacion de las cavernas á inundaciones marinas, porque no presentan fósiles marinos á no ser en los puntos en que se hallan muy inmediatas á los mares, y aun allí son bastante raros. Llegamos, pues, por via de eliminacion, á la causa fluviátil, y el resultado que acabamos de obtener por este método lo confirman plenamente las circunstancias del yacimiento.

Las osamentas han sido acarreadas al mismo tiempo que las demás materias por aguas continentales. La estratificacion de los lechos indica una accion uniforme, tranquila y cuotidiana, tal como la de los rios.

Los fósiles únicamente fluviátiles y terrestres, nos conducen á la misma causa.

Su inmensa cantidad, hace suponer que la accion que los ha reunido y acarreado uno á uno á las cavernas, se ha prolongado durante muchos siglos; que estaba en contacto con extensiones considerables de tierras descubiertas, y que tenia una direccion determinada y constante para encontrar justa la abertura de las excavaciones; en estos caracteres se reconoce la accion fluviátil.

Las costumbres de los animales que dominan en los depósitos limosos, presentan aun el fenómeno de las

cavernas, unido por otro concepto á la causa que se le atribuye. Debian frecuentar las orillas de los rios, ya por encontrar en ellas una vegetacion abundante y continua, como lo hacen el elefante, el hipopótamo, el rinoceronte, etc., ya para apagar su sed, como los ciervos, ya para buscar en ellas presas muertas, como la hiena, ó para acechar presas vivas, como los lobos, zorras, osos, etc. Estaban, pues, mas expuestos que los otros á ser arrastrados por las aguas, despues de su muerte, y á ser arrastrados á las cavernas.

Pero ademas hay cavernas donde no se han encontrado todavía carniceros que hubieran podido llevar las otras osamentas.

En la caverna de Argo, en el departamento de los Pirineos Orientales, la roca que forma la caverna, es una caliza alpina; no se han recogido en ella osamentas de carniceros, y sin embargo los huesos que se han encontrado estaban surcados como los que se suponen *roidos* de las grutas de Lunel-Vieil y otras cavernas donde se encuentran carniceros; en la caverna de Argou se encuentran rinocerontes, bueyes, caballos, carneros y ciervos; animales todos que no tienen costumbre de habitar en cavernas: asi los partidarios de la habitacion de las cavernas, á pesar de los surcos que presentan estos huesos, convienen en que han sido arrastrados por las aguas.

Los partidarios de la habitacion, viendo los huesos de hienas surcados, y como ellos dicen, roidos lo mismo que los de los herbívoros, han llevado la consecuencia hasta admitir que las hienas se habian devorado unas á otras.

En Australia se han determinado catorce especies de animales en las osamentas procedentes de una hendidura del valle de Wellington, en la Nueva Gales del Sur; varias de estas especies eran desconocidas; pero todas, á excepcion de una sola, pertenecian á los didelfos marsupiales ó kanguros, que estan muy esparcidos en aquel país y que no habitan las cavernas. Esta especie desconocida y extraña á los didelfos, ha sido atribuida al género elefante, hecho bastante curioso en aquel país si se confirmara. Otra masa de osamentas del mismo valle, contenia otra especie de kanguro, cuyo tamaño excedia en una tercera parte á los individuos que viven actualmente.

La diferencia de posicion de las cavernas, la comparacion de los fósiles de una con los de otra, y de este conjunto de restos con los seres vivos, prueban que todos los depósitos no pertenecen á las mismas circunstancias, y que hay accidentes locales muy diferentes.

Ahora bien; la causa fluviátil ofrece aun la solucion de este nuevo problema.

Finalmente, la analogía de estas excavaciones con las hoyas de nuestros rios, debe hacérnoslas considerar como del mismo orígen; á las aguas de los rios se deben, pues, atribuir tambien los depósitos de las cavernas y el transporte de sus fósiles, porque la posicion de las estalagnitas en la superficie superior del limo osífero, prueba que las cavernas han continuado sin interrupcion, y hasta el fin de los depósitos, ocupadas por las aguas que las han producido.

Asi, el estudio de las cavernas de osamentas, prueba que los fósiles han sido transplantados á ellas, y que los depósitos arenáceos y arcillosos son materiales derivados de las tierras descubiertas y acarreadas por los rios.

II. *Elefantes de la Siberia.*

Entre estos numerosos cadáveres de elefantes, se encuentran algunos que el frio ha conservado bajo los hielos ó en los lechos de guijo, á lo largo de las orillas del mar, y que estan aun mas ó menos cubiertos de su piel y de su pelo. Pallas creyó que habian sido arrastrados por grandes oleajes ó cataclismos; Buffon se sirvió de este hecho para establecer su tesis del enfriamiento sucesivo y general de la tierra; Cuvier pretendió ver en él la prueba de un enfriamiento súbito y local producido por una de sus irrupciones marinas. Muchos geólogos han atribuido al diluvio la destruccion de todos estos grandes mamíferos.

Pero todas estas interpretaciones han sido abandonadas, el yacimiento indica muy claramente que los elefantes de Siberia han sido arrastrados y depositados por los rios.

Observemos, en primer lugar, que la Siberia no es, como se pudiera creer, el único país en que se han encontrado elefantes de especies perdidas. En todas partes los hay: en Francia, en Inglaterra, en Italia, en España, en los Estados-Unidos, en el Perú, etc.; y en todas partes se les ve en rocas arenosas ó margosas que los otros fósiles deben hacer considerar como depósitos fluviátiles ó de embocadura. Tal es la ley, y el yacimiento de la Siberia no forma excepcion.

Es verdad que las osamentas del mamut, ó elefante de gran tamaño, abundan en Siberia y en varios otros puntos del Imperio ruso, hasta el punto de que los habitantes de aquel país trafican en su marfil fósil. Pero no existen solamente á orillas del mar; se empieza á verlos desde la salida de los grandes rios, del Oby, del Lena, etc., es decir, á mas de cien leguas del mar, y parecen aumentar á medida que se acercan á las embocaduras. Se manifiestan á diferentes alturas en los lechos de arena estratificados y sobrepuestos con regularidad; los sedimentos que los envuelven han sido, pues, acarreados y abandonados por una causa lenta, tranquila, sucesiva, análoga á la causa fluviátil; los animales no han podido, pues, vivir en los puntos que sus cadáveres ocupan, ni aun sobre otros puntos de la llanura de la Siberia, puesto que el estudio del suelo prueba que aquel país se hallaba entonces bajo las aguas. Algunas veces hay hasta ocho capas arenosas sobrepuestas, que contienen esqueletos enteros; su desaparicion no ha sido, pues, repentina; no han sido todos muertos de un golpe y al mismo tiempo, por un enfriamiento súbito y local del clima, ó por cualquiera otra causa repentina, sino que han muerto en épocas muy diferentes. Por otra parte, estos mismos elefantes, y estos mismos rinocerontes de las arenas de Siberia, se encuentran aun en las cavernas de osamentas del mismo país, y notablemente en una del gobierno de Tomsk, donde estan acompañados de dientes de dromedarios, de osamentas de llamas, especies tambien de los paises cálidos, y la última, de las cuales habita casi exclusivamente las montañas.—Con estos animales, hay otros que pueden vivir en latitudes diferentes; estos son, el auroch, la hiena, el oso, el lobo, el buey, los ciervos, etc.; seria preciso, pues, admitir que la temperatura de la Siberia ha cambiado en varias épocas, ó referir á la misma la ocupacion de las cavernas y el depósito de las arenas. Las arenas estan estratificadas ó formadas de lechos que han ido cubriéndose sucesivamente; los animales han sido, pues, conducidos uno á uno por la causa lenta y sucesiva que los ha depositado muchas veces hasta en el mar. Es verdad que, sin hablar en este momento de los que solo han sido cubiertos por los hielos, los elefantes conservados no se han encontrado hasta aquí, sino bajo los guijos de las orillas del mar; pero subiendo mas arriba, se han visto estos mismos elefantes, en esqueletos enteros, en lechos estratificados sobre el trayecto de las corrientes actuales; el transporte, pues, se ha verificado por estas mismas corrientes. Las aguas que han acarreado los mamuts de las Rusias, han debido obrar de Sur á Norte; porque sus restos parecen tanto mejor conservados, mas completos y mas numerosos, cuanto mas se aproximan á la embocadura de los rios; ¿no es esto lo que debia suceder con los cadáveres de animales acarreados en esta direccion, por

corrientes de agua, tales como los extensos y apacibles rios de Rusia? Eugenio Robert ha examinado las osamentas de los mamuts que posee la Academia de ciencias de San Petersburgo, y ha observado, que las dos mejores cabezas que encierra aquel establecimiento, contienen aun mucho limo gris blanquecino, untuoso al tacto, que mancha, análogo, en una palabra, al que depositan aun los grandes rios de la Rusia.

¿Dónde, pues, ha vivido esta numerosa y poderosa especie de paquidermos, puesto que no se puede suponer que el país donde ha diseminado sus restos haya sido su patria? Se puede creer que habitaba las llanuras y los valles de las montañas que rodean la Siberia, y hácia las orillas del mar Caspio, cuya temperatura corresponde á la de las partes centrales de la Francia. Podia frecuentar las cuencas de los afluentes de los grandes rios rusos, que toman su orígen en un clima poco diferente de aquel que los elefantes vivos habitan ordinariamente. Por otra parte, no parece necesario buscarlos un clima tan cálido como el de Africa y el de la Asia central, habitado por sus congéneres. Rappel de Francfort, asegura que en Abisinia, los mismos elefantes salvajes actuales, no vacilan en atravesar mesetas elevadas 8,600 piés sobre el nivel del mar; ahora bien, á semejante altura, y á una latitud de 16 grados, estos animales encuentran circunstancias meteorológicas, semejantes á las que existen en las regiones bajas de las latitudes mas elevadas, lo que puede hacer comprender, cómo especies que nos parece que no salen de las comarcas tropicales, han podido ir á parar á paises muy distantes de ellas, y de una temperatura muy inferior.

El elefante es acuático; como todos los animales de piel gruesa, no se separa mucho de los valles, sigue las corrientes de agua que alimentan las yerbas abundantes que necesita para alimentarse, y que empapan el suelo donde humedece continuamente su piel, para conservar la flexibilidad de sus movimientos. Los elefantes van en tropas; pesados y de grandes dimensiones, no pueden fácilmente huir del peligro, y sustraerse á la persecucion de los otros animales que les hacen la guerra, ni á la del hombre. Remontan las corrientes de agua delante de sus enemigos; pero no siéndoles entonces favorables las circunstancias climatéricas y faltándoles el alimento, deben perecer sucesivamente poco á poco. Es por lo menos incontestable que todas esas antiguas cuencas fluviátiles, todos esos lagos, todos esos terrenos pantanosos cuyos depósitos hollamos hoy, han debido al secarse ocasionar la muerte de una multitud de animales de este género. Estas observaciones se extienden á todos los grandes paquidermos, puesto que sus costumbres son las mismas. Mueren donde han vivido, en la inmediacion de las corrientes, se hallan pues mas expuestos á ser arrastrados por las aguas. Asi los vemos representados en estado fósil por un número mucho mayor de especies y de individuos que las otras familias. Los elefantes muertos pueden flotar durante un mes en la superficie de las aguas ó entre dos aguas y encontrarse á los pocos dias, á cuatrocientas ó quinientas leguas de su punto de partida. Aquellos, cuyos cadáveres hubieran resistido á la descomposicion, en virtud de su piel gruesa, elevados por las aguas, en la época de las crecidas é hinchados por los gases que facilitaban su acarreo, habran descendido hasta los deltas helados de los rios de la Rusia donde los observamos hoy. Asi se explican por una parte, la mayor abundancia de estas osamentas en los terraplenes fluviátiles que en cualquier otro punto, y por otra, la distribucion de todos esos restos huesosos mas ó menos enteros en las orillas de los rios de la Rusia, como se observa en los ribazos con todos los animales que perecen en nuestros rios.

En cuanto á los cadáveres de elefantes ó de rinocerontes conservados por el frio bajo los hielos y los guijos, es un hecho simplemente accidental, como el del derretimiento de los hielos y el deshielo de las arenas que ha permitido descubrirlos; y este hecho no tiene nada de asombroso cuando se sabe que en los parages en que se encuentran, la tierra se halla constantemente helada á profundidades considerables y que nunca se deshiela sino accidentalmente á la de veinte y cinco piés.

Un mamut descubierto bajo los hielos le ha servido á Cuvier como prueba de que la última revolucion que destruyó los elefantes de Rusia, ha sido súbita y ha hecho glaciales las comarcas que habitaban. No está demostrado que este individuo en particular no haya vivido en Siberia despues de salir este país de las aguas. Pertenecia á una variedad particular cubierta de dos clases de pelos y muy capaz de soportar el frio del Norte, segun el mismo Cuvier. Los bueyes y otros rumiantes son bastante numerosos en Siberia; este elefante ha podido encontrar allí como ellos su subsistencia. Aun cuando la muerte de este individuo y de algunos otros, hubiera sido repentina y simultánea, no seria necesario para explicarla apelar á causas extraordinarias que no existirian en la naturaleza. Independientemente de la relacion directa de las fronteras de la Rusia con toda el Asia, donde viven aun los congéneres de los mamuts, es digno de notarse que hace casi tanto calor en verano en Siberia como frio en el invierno. A los seis meses de oscuridad suceden otros seis de luz continua; la vegetacion es tan hermosa al Norte de Rusia, por lo menos en el gobierno de Arcangel, como miserable es al Sur del Imperio. Eugenio Robert ha observado que durante seis semanas en 1839, el termómetro centígrado se ha elevado en Arcangel mismo de 28° á 30° á la sombra, y de 35° á 40° al sol. La temperatura del agua del mar Glacial, en la superficie y cerca de las costas, era como la de Dwina de 21° á 22° centígrado. Se concibe, pues, que en una época, mas ó menos lejana, hayan podido salir elefantes de las comarcas ardientes de su patria, atravesar estepas incultas donde no encontraban un alimento suficiente, y extraviarse hácia el Norte de un pais en que el frío habitual les haria perecer á todos á un tiempo al llegar á él, si lo que no está demostrado, era preciso aceptar su muerte repentina. En nuestros dias los carniceros de la India penetran á veces en las mismas comarcas. Existe en el Museo de San Petersburgo un tigre muerto en el corazon mismo de la Siberia.

Está pues demostrado que los elefantes y los rinocerontes de las capas regulares y estratificadas de la Siberia, no han muerto todos á un tiempo, sino sucesivamente; que no han vivido, en los lugares donde descubrimos sus esqueletos; que no han sido arrebatados vivos por corrientes diluvianas ó irrupciones del mar sobre las tierras descubiertas, sino que han sido transportados despues de su muerte, y depositados por las mismas aguas continentales que las arenas que los han sepultado; que las causas naturales y actuales explican igualmente bien la conservacion de los esqueletos helados.

Si pasamos al exámen del yacimiento de los vegetales en las hulleras, demostramos tambien el orígen continental de los sedimentos arenosos y carbonosos, y el transporte de los fósiles y de los vegetales por las aguas.

III. *Vegetales de las hulleras.*

Se distinguen tres clases principales de rocas carbonosas, el lignito, antracito y la hulla. La hulla procede de materias vegetales que han sufrido una larga alteracion; arde con llama y humo y da un olor bituminoso. Esta roca ha dado su nombre al terreno hullífero que la contiene en mayor abundancia. El

terreno hullífero se observa en una multitud de puntos; sus caracteres son tan marcados y tan constantes que no se le puede desconocer. Así forma un buen horizonte geológico, que sirve de punto de partida para determinar mas seguramente los grupos que le son inferiores ó superiores.

El carbon llamado antracito se parece á la hulla; pero es mas brillante y arde sin llama ni humo. Pertenece en general á terrenos mas antiguos que la hulla. Los grupos medios del terreno primario ó de transicion son los que le contienen en mayor cantidad.

Las especies vegetales del antracito no se diferencian de las de la hulla.

Los lignitos son tambien materias vegetales muy alteradas, pero en las cuales se reconocen frecuentemente las fibras ó las capas del leño; los hay sin embargo donde no se encuentra indicio alguno de organizacion. Se explotan algunos lignitos como carbon de piedra, arden con llama y humo, y dan ácido acético por la destilacion. Se encuentran depósitos y capas de lignitos en todos los terrenos, en la parte superior del terreno hullífero, en los puntos superiores y medios de los terrenos secundarios y en todas las partes de los terciarios. Los lignitos terciarios parecen especies vegetales diferentes de las de los demás terrenos.

Es un hecho cierto para todo el mundo, el orígen vegetal de todos estos depósitos. Pero Deluc consideraba las capas de hulla como vastas hornagueras cuyas diversas circunstancias habian determinado el enterramiento bajo capas de otras sustancias. Adolfo Brongniart, en su *Prodromo de una historia de los vegetales fósiles*, adopta y defiende la opinion de Deluc, y fundándose principalmente en la manera con que las plantas se conservan en las rocas que acompañan las capas de hulla, y en la presencia en muchos casos, de tallos verticales y tales como debian estar durante su vida. Otros geólogos han pretendido que los carbones de piedra eran bosques sepultados en su sitio, y sucesivamente destruidos por invasiones marinas y despues reproducidos de nuevo en el mismo punto.

Entre las rocas carbonosas el yacimiento de los vegetales en el terreno hullífero, es el que parece ofrecer una excepcion á la ley del transporte, de manera que si el transporte está demostrado respecto á él, no podrá ser dudoso para ninguna otra roca del mismo grupo. Podemos, pues, limitarnos al estudio del yacimiento hullífero; fieles al método que hemos seguido hasta aquí, siempre que nos ha sido preciso destruir las aserciones aventuradas de la geologia hipotética, buscaremos las pruebas del hecho general del transporte en las circunstancias mismas de los hechos particulares que han parecido en un principio las mas contrarias; por este procedimiento evitamos repeticiones, dilaciones, ganamos tiempo, y los principios ganan en valor.

Hay pocos fenómenos tan notables en geologia como esta inmensa acumulacion de combustible vegetal, en cuencas poco extensas, dispuestas en líneas interrumpidas, y que se han comparado á sucesiones de valles colocadas en series; este fenómeno es aun mas singular cuando se reflexiona que los vegetales que han formado estos poderosos depósitos, no presentan ninguna impresion que se pueda referir con certeza á especies marinas; que no pertenecen mas que á siete ó ocho familias, y á un número de especies terrestres ó de agua dulce infinitamente menor que el que existe actualmente en los paises mas limitados y menos favorecidos bajo este concepto.

Las cuencas hullíferas comprenden muchas veces un gran número de depósitos sobrepuestos, alternativamente arenáceos, y alternativamente arcillosos y entre estos depósitos estan los carbones; pero hay allí mezcla, paso, gradacion entre estas tres clases de rocas, y las separaciones nunca son claras. Las capas carbonosas frecuentemente muy poderosas, algunas veces muy delgadas, alternan en algunas cuencas hasta treinta ó cuarenta veces con los gres y las arcillas. El carbon de las últimas capas, tiene la mayor semejanza con el de las primeras; las impresiones y los tallos que contienen en gran cantidad las rocas arenáceas y arcillosas de la cuenca hullífera son tambien las mismas en las diferentes capas de cada serie. Encima ó en medio de la hulla, en algunas cuencas se intercalan calizas que contienen ammonitas, terebrátulas y otros fósiles marinos. Estos restos acompañan tambien algunas veces á la hulla. Tales asociaciones indican como hemos visto ya, depósitos fluvio-marinos ó de embocadura. Algunas veces tambien las materias carbonosas parecen haber sido depositadas en cuencas ó lagos. La cuenca hullífera del Saona y Loira, perteneceria á esta segunda clase. Otras veces aun las hullas han podido ser hornagueras transportadas al mar ó á los lagos y quizá formadas en su sitio, lo que no es tan cierto.

Ya se ve la analogía que existe entre la ciencia hullífera marina y el grupo de la caliza grosera de los alrededores de Paris. Uno y otro sistema estan formados de un conjunto de depósitos alternativamente arcillosos, arenáceos, calizos y carbonosos. En la caliza grosera, como en el terreno hullífero, las materias vegetales no estan encerradas exclusivamente en la *hulla* ó en los *lignitos*; se les encuentra por impresiones de tallos y sobre todo de hojas bien determinadas en las arcillas y aun algunas veces en las calizas que acompañan á los lignitos, como en los gres y esquistos arcillosos que se intercalan en las capas de hulla. Sin embargo, Adolfo Brongniart reconoce que todos los vegetales de los terrenos terciarios estudiados detenidamente por su padre, han sido transportados por las aguas; cree, que plantas de lugares muy distantes y muy diferentes unos de otros, han podido ser depositadas en puntos bastante próximos; y aun llega á atribuir el depósito de la isla de Sheppey, en la embocadura del Támesis, depósito correspondiente á la arcilla plástica de la caliza grosera, á una causa análoga á la gran corriente del Océano, que con mucha frecuencia arrastra á las costas de Noruega frutos de las Antillas y del golfo de Méjico. Ahora bien, el que admite el transporte de todos los vegetales terciarios y notablemente de los de la isla de Sheppey, á pesar de su buen estado de conservacion, no podria sin contradecirse, considerar la conservacion de los tallos y de las impresiones de gres hullífero, como una de las mejores pruebas de haber sido sepultados en el sitio bosques antiguos que ellos representan; si en los esquistos y los gres hullíferos se reconocen los vegetales en la conservacion mas ó menos perfecta de sus tallos, de sus ramas y de sus hojas, se puede muy bien sin acudir á causas extraordinarias, suponer que en el seno de estas capas de naturaleza diferente de la hulla, han encontrado circunstancias favorables que les han preservado de una completa destruccion, ó que la hulla formada casi únicamente de mantillo y polvo vegetal, ha sido traido por afluentes particulares, ó por las mismas corrientes que los gres y las arcillas, pero colocadas en condiciones diferentes como lo prueba por lo demás la diferencia de estas rocas. ¿No se encuentran igualmente y en gran número pedazos de troncos en las arcillas y aun en las calizas que acompañan á los lignitos del sistema parisien, mientras que los lignitos mismos no ofrecen por lo general indicio alguno de organizacion vegetal ó solamente impresiones de hojas?

Los troncos reproducidos por el gres del terreno hullífero estan como se supone colocados horizontalmente, extendidos y comprimidos entre las hojas de los estratos. Sin embargo, se han encontrado algunos

que atravesaban *verticalmente* los gres y las arcillas, y varios geólogos han creido que habian formado parte de bosques sepultados y fosilizados en el sitio; se ha citado tambien este hecho en apoyo de la teoría de Jorge Cuvier, que por su parte atribuia el enterramiento del mayor número de los mamíferos terrestres á irrupciones reiteradas del antiguo mar. En las minas de Treuil, cerca de Saint-Etienne, es donde primero se observó esta disposicion vertical de algunos troncos de árboles.

Despues se han citado yacimientos análogos en otros puntos del terreno hullífero y aun tambien en la caliza de Portland que pertenece á los terrenos secundarios.

Los vegetales de las rocas Portlandianas ocupan un lecho de tierra negra ó mantillo, colocado entre dos capas de caliza. Se ha creido que despues del depósito y emersion de la caliza inferior, se habian desarrollado en ella vegetales, que con sus restos acumulados, habian elevado con el tiempo la capa de tierra negra, y que en seguida las aguas marinas habian venido á sumergirlos y habian depositado la capa caliza superior. Pero encima de la caliza superior se encuentra otra capa pequeña de materias carbonosas, de manera que seria preciso admitir hasta tres sumersiones sucesivas del mismo punto: una primera, que habria depositado la caliza inferior; una segunda que habria enterrado los troncos vegetales bajo la caliza media, y una tercera que habria sumergido al segundo bosque y le habria cubierto de un nuevo depósito de caliza.

Esta dificultad no es la única; en otros puntos de la misma formacion, donde se encuentran todavía troncos en esta posicion, la capa negra es de una delgadez que acaba por reducirse á nada, y los árboles se habrian encontrado colocados inmediatamente sobre la caliza sólida, donde habrian podido desarrollarse y sostenerse. En todos los puntos los árboles han sido rotos completamente, y es difícil comprender que estando adheridos á una capa tan delgada, no hubieran sido arrancados mas bien que rotos.

Finalmente, y esta última observacion es decisiva, la capa de tierra negra está formada de una sucesion de lechos pequeños muy distintos, que no permite dudar que ha sido tambien depositada por las aguas. El yacimiento parece tambien indicar las circunstancias que han presidido á su depósito, porque antes de la capa de tierra vegetal, se encuentra una capa de cantos rodados, cuya presencia induce á creer que aguas venidas de un punto mas elevado, han arrastrado al mismo tiempo la tierra vegetal y los pedazos de troncos que habran conservado descendiendo y alterándose esa direccion mas ó menos vertical que vemos aun tomar á la embocadura de muchos rios y sobre todo de los que acarrean arenas y maderas, cuya raiz es mas pesada que el tronco.

Volviendo á los troncos verticales del terreno hullífero, y fijándonos en el exámen de los de las palmeras, observadas en las minas de Treuil, que han sido especialmente citados como ejemplo por los partidarios de Deluc y de Cuvier, la observacion misma responde, que estas maderas cuya posicion es mas bien oblicua que perfectamente vertical, estan rotas y truncadas en su extremidad inferior, y que si por excepcion, algunas indican por las bifurcaciones de su base el orígen de las raices, estas raices faltan siempre; no hay mas que troncos rotos redondeados y sin ramas. ¿Pero qué se ha hecho la tierra vegetal que los alimentó? ¿Cómo no hay una hendidura que indique por una línea entre los troncos y las bifurcaciones de su parte inferior, el antiguo suelo terrestre? ¿Cómo pudieron ser destruidas todas la ramificaciones de las raices de los árboles, debiendo haber sido protegidas por el suelo á que se adherian, mientras que los gres presentan por todas partes las impresiones de las hojas y de los ramillos? ¿Cómo una inmersion lenta y sin transporte no dejó á los troncos verticales, ni sus ramas, ni raices, ni parte alguna del suelo que los alimentó?

Se han fijado todas las alturas en los gres hullíferos; los mas inmediatos, los que estan casi contiguos ocupan niveles tan diferentes, que el pié de los unos está colocado mas arriba de la cabeza de los otros. Ademas, la sustancia mineral que los cubre es tan semejante alrededor de ellos, encima y debajo, en naturaleza, composicion, color, y estratificacion, que seria preciso suponer que han vegetado en arenas absolutamente idénticas á aquellas que las han sepultado mas tarde, puesto que es imposible distinguir una línea de separacion entre el suelo que los sostuvo y los sedimentos que los destruyeron.

Desde que se han hecho estas observaciones y otras muchas respecto á los troncos verticales de Treuil, de Saarbruck y de algunas localidades de Inglaterra, este fenómeno ha perdido toda su importancia; se ha comprendido que las circunstancias que le acompañan no permiten ver en ellos los restos de antiguas hornagueras ó de bosques submarinos, y que por el contrario concurren á hacer resaltar con mas evidencia el hecho general del transporte de los vegetales por las corrientes.

Los geólogos que han atribuido la hulla á bosques sepultados bajo las aguas marinas, han supuesto que los vegetales que crecian cerca de las costas, habian sido arrastrados, sumergidos por invasiones del mar y cubiertos con sus depósitos. Pero en primer lugar parece que todas las cuencas hullíferas no son marinas, y que el carbon ha sido tambien depositado en lagos; ademas el carbon de las cuencas marinas no está siempre en contacto con capas marinas; con mucha mas frecuencia le cubren gres y arcillas de agua dulce, como lo prueban los fósiles encerrados en estas rocas.

Hemos visto que en ciertas cuencas se podian contar hasta cuarenta capas de hulla, separadas por depósitos de otra naturaleza; habria, pues, necesidad de admitir cuarenta invasiones del mar en el mismo punto. El conjunto de los depósitos alternativos de hulla, de gres, de arcilla y de caliza, presenta algunas veces una potencia de 750 metros de profundidad; así el suelo en que se supone que se desarrollaron las plantas ó las hornagueras, se habria elevado sucesivamente 750 metros, y estas diferencias de nivel no habrian impedido al mar venir tantas veces á sumergir las hornagueras ó los bosques.

No se observa diferencia alguna entre la hulla mas profunda y la mas superficial; los vegetales envueltos en las últimas capas arenáceas y arcillosas pertenecen á los mismos géneros y á las mismas especies que los de las primeras; existen las mismas relaciones entre las diferentes capas de gres y las diferentes capas de esquistos arcillosos. Para explicar semejantes efectos y tan frecuentemente repetidos á tales profundidades, seria preciso necesariamente admitir que todas las circunstancias por parte de la tierra han permanecido invariablemente las mismas, durante toda esa larga serie de siglos necesarios para la realizacion del fenómeno entero; que despues de la retirada de las aguas del mar que habrian sumergido el primer bosque, y la desecacion de los rios que habrian cubierto sus restos con sus arenas y sus arcillas, un bosque nuevo formado exactamente de las mismas especies de vegetales, se habria desarrollado con el tiempo precisamente encima de la posicion del antiguo, esperando que otra irrupcion del Océano viniese á destruirle, y permitió mas tarde á nuevos rios sepultarle bajo sus depósitos igualmente compuestos de arenas ó de arcillas, los cuales quedando en seco, llegarian á ser el teatro de combinaciones absolutamente análogas á las anteriores, y así sucesivamente hasta el último bosque

sub-marino y la última capa de arena de la cuenca hullífera, y asi se habrian repetido las cosas hasta treinta veces ó mas en los mismos puntos, no sobre un solo punto del globo, sino en varios puntos de Francia, de Inglaterra, de Alemania, en las Indias, en los Estados-Unidos, la Nueva Holanda, en todos los paises donde se descubren carbones de piedra. Hé ahí las extrañas, pero inevitables consecuencias de la hipótesis de las retiradas é invasiones del mar; destruyen su principio.

Si no hubiésemos examinado ya el sistema de Jorge Cuvier en sus relaciones con la disposicion de las rocas, hubiéramos podido limitarnos á esta observacion: toda capa extratiforme supone el transporte; ahora bien, la hulla, los lignitos, el antracito y en general todas las rocas carbonosas, afectan esta disposicion, han sido, pues, tansportadas lo mismo que los gres y los esquistos arcillosos; pero no presentando estas diversas rocas mas que vegetales de especies terrestres ó fluviátiles, es preciso deducir de estos dos hechos reunidos que las plantas y las sustancias minerales han sido acarreadas por corrientes continentales; no ha venido el mar á buscar á las plantas, sino que las plantas han ido á buscar al mar.

La manera de existir los vegetales fósiles en las otras rocas es tal, como acabamos de ver en la hulla y en los esquistos y gres hullíferos. Estan colocados horizontalmente y á todas las alturas en las capas; casi nunca estan enteros; no son mas que órganos aislados; los troncos estan truncados, separados de sus ramas, de sus hojas y aun de sus raices; nunca se encuentran estas partes inferiores de la planta, aunque ciertas especies fósiles debieran adherirse fuertemente al suelo. El número de las especies de cada capa parece muy limitado si se le compara al de las especies vivas en un punto de la misma extension. Vegetales que no han podido vivir juntos, se hallan reunidos en el mismo yacimiento, plantas de agua dulce con plantas terrestres y marinas; este es el caso mas ordinario; las de la caliza peneana, del gres abigarrado, de la caliza conquiliana, del keuper y de los gres terciarios superiores, son las únicas excepciones de esta regla. Mientras que especies de estaciones diferentes se hallan asociadas en los mismos depósitos, especies que tienen costumbre de vivir juntas, ocupan frecuentemente capas diferentes; asi es, por ejemplo, que se buscan en vano en los terrenos hulliferos de antracito, indicios de la familia de los musgos, y sin embargo, la vegetacion del antracito parece análoga á la de los lugares donde crecen los musgos en abundancia.

Asi la posicion de las plantas fósiles, su estado incompleto, el corto número de sus especies en cada localidad, sus asociaciones, todo concurre á demostrar que no han vivido en los lugares en que las encontramos y que todas han sido transportadas.

Por otra parte hemos reconocido por medio de los fósiles, que en general las calizas eran marinas y que los gres, las arcillas y todas las rocas carbonosas, habian sido depositadas por aguas dulces, atravesando tierras descubiertas; esto hace que, á pesar de muchas diferencias, se encuentren caracteres comunes á todas las calizas de la serie, lo mismo que á todas las arcillas y á todas las arenas ó gres. Tomando las calizas, por ejemplo, se observa que las de todos los terrenos se componen de detritus de conchas y de políperos. Hemos reconocido tambien que estas diferentes clases de rocas han sido depositadas *al mismo tiempo*, y que si muchas veces ha habido suspension y repeticion de la causa marina y de la causa fluviátil, estas intermitencias no han sido mas que locales y no han existido mas que en los puntos que ocupan las alternativas.

En *todas las divisiones* de los diferentes grupos de terrenos, desde los mas antiguos hasta los mas modernos, se han encontrado estas diferentes clases de rocas; ha habido, pues, siempre *al mismo tiempo* mares, tierras descubiertas, rios, montañas, llanuras, plantas, etc. El mar no ha ocupado nunca toda la tierra al mismo tiempo, y los continentes antiguos han presentado el mismo aspecto y la misma constitucion general que los nuestros.

VI. *De las capas de peces.*

Los peces presentan algunas veces particularidades de yacimiento, que un exámen demasiado superficial ha hecho atribuir á revoluciones del globo. Se encuentran ictiólitos ó restos é impresiones de peces en todos los terrenos antiguos ó modernos, movedizos ó sólidos, de agua dulce ó marinos. Estos fósiles rara vez se hallan en estado natural; en la mayor parte de los yacimientos, no son mas que impresiones; no se ve mas que la forma exterior del pez ó la de las escamas, sin observar nada del esqueleto propiamente dicho; con mayor frecuencia aun no se encuentran mas que dientes, escamas, rádios ó mandíbulas, ó cuando mas una parte de la impresion de la forma general del individuo. Hay algunos que no serian conocidos sino por las escamas conservadas en las coprolitas ó materias excrementicias fósiles de ciertos reptibles ó de otros peces.

Los peces *bien conservados* no se encuentran sino en localidades bastante circunscritas, casi siempre en gran cantidad, y en un pequeño lecho esquistoso, calizo, foliáceo, de solo algunas pulgadas de espesor, en que han sido depositados unos despues de otros.

En Glaris, en Suiza, en el fondo de un pequeño valle, los vestigios de peces forman un medio relieve en la placa de pizarra y son de la misma sustancia y del mismo color que ella; la parte opuesta está como se comprende, en hueco, pero bastante mal terminada. Por lo demás, estos fósiles son raros, no existen sino impresiones y nunca se encuentran, segun parece, acompañados de conchas ó de restos. Los peces se hallan dispuestos de plano en una pulgada de espesor.

En el condado de Nansfeld, en Seefeld (Turingia), en Munster-Appel (Palatinado), en el puente de Muse, á dos leguas Nor-oeste de Autun, la capa piscífera es un esquisto cuproso, margoso, bituminoso sembrado de piritas argentíferas. Los peces, en todas las alturas posibles se hallan en su mayor parte tendidos sobre el dorso y en posiciones violentas y encorvadas. Ordinariamente estan con su carne ó en relieve por un lado y en hueco por otro. En Muse se hallan dispuestos de plano en una sola pulgada de profundidad. El *paleonisco de Blainville* es tan comun allí que se descubren todos los dias varios ejemplares entre las hojas aun las mas delgadas de la capa. Las especies del género *cephalaspis* del antiguo gres rojo de Inglaterra, yacen en una extension de 3 millas cuadradas, ocupando siempre el mismo horizonte geológico. Ahora bien, es muy notable que el olred se presente enteramente desprovisto de restos orgánicos en su parte superior, es decir, en un espesor de algunos miles de piés, y que su parte inferior no haya presentado aun mas que un *dipterus* y algunos moluscos.

El *palæoniscus catoptruus* del gres abigarrado es tan abundante, que encima de las caras de un peñasco de la roca, de tres piés de largo y pié y medio de ancho, se han contado doscientos cincuenta y dos individuos de esta especie.

La capa de peces del lias no tiene mas de una pulgada. Segun Agassiz, el estado de conservacion perfecta del *Dapedius politus* del lias de Lyme-Regis, indica que ha perecido súbitamente.

En el depósito de Solenhofen (terreno jurásico), y en los otros que le son paralelos, la roca que contiene

los fósiles es caliza, hojosa y bastante dura; se explota para los mismos usos que la pizarra.

En Monte-Bolca ó Vestena-Nuova, no se encuentran mas que una sola capa de dos piés de espesor ó en medio de una marga hojosa, fétida, que se divide en varias hojas. Esta roca es casi enteramente caliza, y está mezclada con un poco de arcilla y de una sustancia bitunimosa. La montaña está formada en muy gran parte de rocas volcánicas; en el lecho hojoso que las contiene, los peces estan dispuestos de plano, y la mayor parte parecen haber sido cogidos y depositados en una integridad perfecta. Son marinos y se han hecho de ellos 130 especies, número del cual no respondemos.

En los alrededores de Nápoles, el lecho de los peces no tiene mas de una pulgada de espesor. En el Vicentino, se encuentran en Monteviale, en un esquisto bituminoso, arcillo-calizo; en Salzeo, al norte de Vicenza, ocupan en la cumbre de una montaña volcánica, un esquisto negro, hojoso, piritoso, frágil, debajo de un esquisto hojoso, azulado, duro ó pizarroso. En la Campania, en la *Torre de Roland*, estan contenidos en una caliza compacta, groseramente foliácea, fétida, de un color gris azulado.

En la formacion yesosa de Aix, en Provenza, la capa piscífera es divisible en láminas, está mezclada con caliza, arcilla, y un poco de betun; su color es de un gris blanquecino mezclado de amarillo; contiene partes mas ó menos considerables de esqueletos muy regularmente depositados de plano como los de Monte-Bolca y otros yacimientos. Se encuentra cierta cantidad de individuos de la especie *lebias cephalotes*, acumulados en una misma placa; por lo demás se les encuentra casi siempre en estas condiciones.

Los peces del monte Líbano, estan tendidos de plano en esqueletos casi completos, muy raras veces con indicios de escamas, en una capa sólida, pesada, arenosa y fétida.

En los yacimientos donde los individuos son mas raros, como alrededor de París, en Montmatre, en el monte Valeriano, en Passy, en las margas intercaladas á la caliza grosera ó al yeso, presentan generalmente indicios de alteracion anterior á su depósito. Pero aun entonces estan dispuestos de plano, regularmente y en capas de poco espesor.

Todos estos yacimientos ofrecen, pues, un número mayor ó menor de circunstancias análogas, pero ninguna favorece la doctrina de las revoluciones generales, y todas le son contrarias. No se podrian explicar estos efectos por invasiones del mar sobre los continentes; porque se trata aquí de animales acuáticos y aun marinos en su mayor parte, y cuando la teoría, que hemos encontrado ya tan frecuentemente defectuosa, no puede explicar la destruccion de los seres terrestres haciendo venir las aguas á su dominio ¿como explicaria por la misma causa la muerte de los que vivian en las aguas? No se puede atribuir á una accion general la destruccion de estos peces, á pesar de su número muchas veces prodigioso, y aunque los de cada yacimiento parecen haber sido heridos todos á un mismo tiempo de muerte súbita. Todo rechaza bien claramente la idea de una accion por mucho tiempo prolongada y de una catástrofe general; la delgadez del lecho casi siempre único que contiene los fósiles, la poca extension que ocupan, el número tan pepueño de especies representadas por esta innumerable cantidad de individuos, la estratificacion regular de esos lechos pequeños, que han debido formarse bajo aguas tranquilas al mismo tiempo que los peces perdian la vida, puesto que estos seres estan allí en una integridad casi perfecta, y que no permite suponer que un largo espacio de tiempo haya separado el momento de su muerte del de su enterramiento. Una prueba irrefragable de que han sido, en ciertos casos al menos, cogidos vivos, es, que existen en el Museo de París dos ejemplares donde se ve un pez que tiene otro medio tragado. Todo demuestra, pues, que han sido depositados por una causa tranquila, aunque súbita, y que la accion que los ha muerto era local y circunscrita.

¿Qué causa, pues, ha podido destruir en tan corto tiempo, tantos peces en espacios tan reducidos? Para los adversarios de las revoluciones, no existe obligacion de darla á conocer; no conocemos la de todos los fenómenos de la naturaleza, y nuestra ignorancia en este punto no autoriza á persona alguna á recurrir, para explicar estos fenómenos á causas que habrian cesado de obrar ó que no existen en el mundo presente; sobre todo cuando las causas que existen aun bastan para explicar todos los que se pueden explicar convenientemente. Sin embargo, algunos geólogos, y entre ellos Prevost, nos parece que han indicado la verdadera causa del que nos ocupa en este momento.

Notemos todas las particularidades del yacimiento de los peces: la conservacion de los animales prueba que han sido depositados y cubiertos de sedimentos inmediatamente despues de su muerte; los que han sido asaltados tragándose á otros, lo prueban todavía mas incontestablemente; su multitud en el mismo lecho prueba que la misma causa los ha herido casi á todos á un tiempo; la corta extension de estos lechos demuestra que esta causa no era mas que local y su repeticion con las mismas circunstancias, á diferentes alturas de la serie, que se ha renovado en diferentes épocas, y en condiciones enteramente análogas. El orígen marino de los fósil es, la sustancia caliza de las rocas, y los demás restos marinos que contienen, indican que estos hechos se han verificado bajo las aguas del mar; pero al mismo tiempo, la materia bituminosa y fétida mezclada con la caliza, el color de la roca, y varias veces su posicion en el seno de las rocas volcánicas, parecen decir que si el depósito ha sido producido por la causa acuosa, la causa ígnea es la que ha facilitado una parte de las sustancias de que está formado. Otra circunstancia hace presumir que tambien ha producido los fósiles; estos peces parecen haber sufrido los efectos del calor; Mylius ha observado que en los ejemplares de Muse, de Seefeld, de Munster-Appel, el cristalino está compuesto de una sustancia blanca, como en los peces cocidos, y ya hemos visto que los peces de estos mismos yacimientos, se hallan en su mayor parte, en posiciones violentas y encorvadas, como si hallándose únicamente aturdidos ó asfixiados en el momento de su depósito hubieran podido agitarse aun antes de espirar.

Ahora bien, todas estas circunstancias parecen encontrar su explicacion en hechos análogos al siguiente, que ha debido producirse en todas las épocas, y que debe renovarse aun en nuestros dias. En 1831, antes de la manifestacion de los fenómenos aéreos del volcan que forma la isla Julia, entre la Ciacea y la Pantelaria, se vió flotar, en ocho ó diez leguas á la redonda, una inmensa cantidad de peces muertos ó simplemente asfixiados por las emanaciones y el calor volcánicos. Habiendo producido la evaporacion de las masas de agua caliente que rodeaban el cráter sub-marino un movimiento en las masas de agua fria mas lejanas, estas corrian hácia el volcan y conducian á él en gran cantidad los peces vivos; y si, como es probable las mismas corrientes que arrastraban continuamente las materias volcánicas, cogian tambien los peces muertos ó asfixiados que flotaban sobre las aguas, debieron irlos á depositar en sedimentos análogos á los que cubren hoy los peces fósiles.

Esta causa responde á todo; da la razon de la materia bituminosa de las capas; de la acumulacion de los fósiles en un corto número de puntos, de su conservacion tan notable, y de la extension siempre bastante limitada de los depósitos piscíferos.

Admitiendo esta causa, no hay para qué admirarse del número siempre tan limitado de las especies en cada capa comparativamente al de las especies vivas; de la diferencia de las especies en los diferentes yacimientos, y por el contrario, de la afinidad de las que pertenecen al mismo depósito; finalmente de la repeticion de estos depósitos, tan semejantes, en puntos diferentes de la serie de los terrenos.

Existe la prueba de que los volcanes han obrado en todas las épocas, y de que han sido submarinos antes de ser terrestres; el fenómeno de las capas piscíferas debe, pues, ser comun á los terrenos de todas edades; pero la accion del calor volcánico no habiendo comprendido en cada época, sino espacios muy limitados, no ha debido jamás alcanzar sino un corto número de especies, muy inferior al de todas las que vivian entonces y de las que viven hoy.

El número de los individuos excede en mucho al de los géneros y las especies en todos los yacimientos, porque los individuos de cada especie van, como se sabe, en bandas numerosas, mientras que la presencia de ciertas especies en un punto de mar aleja á otras mas débiles y peor defendidas; la accion de los volcanes submarinos, demasiado circunscrita para alcanzar á individuos de muchas especies, podia pues destruir muchos individuos de la misma especie, y esto es lo que los hechos nos presentan.

Nuestros depósitos piscíferos ofrecen otra particularidad, que quizá no hubiera extrañado tanto el sabio é ingenioso autor de las *Investigaciones sobre los peces fósiles*, si hubiese visto la conexion de las circunstancias de su yacimiento con los fenómenos de los volcanes sub-marinos. «La presencia de varias especies frecuentemente muy semejantes, aunque bien distintas en una misma localidad, entremezcladas en las mismas capas, pero limitadas á depósitos de poca extension, es dice, un hecho geológico y de geografía de los seres organizados muy sorprendente. Vemos, por ejemplo en ciertas localidades, dos ó tres especies de un mismo género, que con dificultad se distinguen, como en *Solenhofen*, en *Eischtœdt*, y en *Daiting,* algunos *leptolepis*; en Muse, tres *palœoniscus*; en algunos lagos, varios *leuciscos* muy afines, etc., etc.» La reunion en los mismos lechos de especies inmediatas y que por esto mismo vivieron juntos en los mismos parages, como se verifica aun en nuestros dias, y que por consiguiente fueron muertos ó asfixidos en conjunto por la misma causa, no tiene nada que deba sorprendernos.

La diferencia de especies y de géneros que se observa al pasar de un yacimiento á otro, se explica tan naturalmente como la semejanza de las especies en el mismo yacimiento; sabemos que los volcanes han obrado en épocas diferentes y sobre varios puntos del antiguo mar; no han debido, pues, encontrar en ellos muchas veces los mismos géneros ni las mismas especies, la reparticion de los vertebrados acuáticos no lo permitia. En nuestros dias, los mismos géneros no ocupan los mismos puntos en todas las estaciones del año; la época del frio, que es una de las causas generales de su traslacion, no llega para todos al mismo tiempo.

Tal es indudablemente en igualdad de circunstancias, la historia de la mayor parte de los peces fósiles.

Sin duda otras causas han podido contribuir á sepultar á los peces; por ejemplo, la invasion accidental de los lagos de agua dulce por las aguas marinas como sucedió en Lowestofft cuando se abrió la comunicacion del lago de Loch-Lotting con el mar; el agua salada formó una corriente inferior, mientras que el agua dulce se deslizaba por la superficie. Pero semejantes hechos han debido ser raros.

Como quiera que sea, las capas piscíferas no indican mas que un fenómeno excepcional, local, y por consiguiente sin relacion alguna con las destrucciones generales y simultáneas; prueban asimismo, que los animales de que se trata, han sido conducidos unos despues de otros á lechos perfectamente estratificados depositados por una accion lenta, tranquila, uniforme, repetida, é igual desde el principio hasta el fin del depósito.

Remontándonos como lo hemos hecho al orígen de las diferentes rocas, por medio de los fósiles, hemos visto que todos los restos de animales y de plantas habian sido transportados por las aguas á los lugares en que se encuentran hoy. Hemos llegado al mismo resultado por el exámen profundo de los cuatro grandes yacimientos en que los partidarios de las revoluciones del globo habian creido encontrar con qué justificar la extension dada á sus sistemas, de manera que podriamos ya considerar este hecho general como uno de los principios mejor establecidos de la geología positiva; pero las consecuencias que encierra son tan graves, que no debemos olvidar ninguno de los medios propios para ponerle plenamente en evidencia. Este es el objeto que nos proponemos considerando al presente los seres fósiles en sus relaciones con los seres vivos.

CAPITULO X.

ARTÍCULO VII.

EL TRANSPORTE ES EL ÚNICO QUE DA LA RAZON DE LAS PROPORCIONES NUMERICAS Y DE LAS RELACIONES DE COSTUMBRES Y HÁBITOS QUE EXISTEN ENTRE LOS SERES VIVOS Y LOS SERES FÓSILES.

Si las irrupciones generales del mar se hubiesen verificado, habrian alcanzado y sepultado todos los seres vivos, no habrian perdonado especie alguna, y tendriamos en los seres fósiles la fauna y la flora de todas las regiones del globo que han sido exploradas por los geólogos de todos los sitios, de las montañas, de las llanuras, de los valles, de los rios, y de los mares. ¿Por qué encontramos, pues, tan pocos mamíferos marinos y tantos mamíferos terrestres, y entre estos, tan pocos rumiantes y tantos paquidermos y carniceros, tan pocas serpientes y lagartos, y tantos cocodrilos y reptiles acuáticos? ¿Por qué las tortugas de agua dulce son tan numerosas en comparacion con las tortugas de mar? ¿por qué existe tan gran número de vegetales vivos y tan pequeño de vegetales fósiles; y entre estos, por qué tantas especies viven en las orillas de las aguas dulces, y tan pocas especies marinas? etc., etc.

Pero admitiendo el acarreo por las aguas, encontraremos en los hábitos mismos y en las costumbres de los seres la razon de estas proporciones y de estas relaciones.

I. Vegetales.

Hay unas ochenta mil especies de vegetales descritas ó denominadas; pero se cuentan mas de cien mil. Un primer grupo vive en el mar, un segundo en las aguas dulces ó en sus orillas, un tercero, y esta es la inmensa mayoría, crece indiferentemente cerca ó lejos de las aguas. Tal es la distribucion actual que debia ser la misma en otro tiempo, puesto que todos los geólogos estan obligados á admitir que los fósiles han debido vivir en las mismas circunstancias que sus análogos del mundo presente.

Ahora bien, estas tres grandes divisiones que tomadas en conjunto comprenden cien mil especies de vegetales, no estan representadas en la flora fósil hasta el dia mas que por ochocientas ochenta especies; no es la centésima parte de las que existen.

De estas ochocientas ochenta especies fósiles, cien-

to treinta y nueve solamente son marinas, cuatrocientas sesenta y dos crecen en las aguas dulces ó en los lugares húmedos, tales como las embocaduras de los rios, de manera que no hay mas que doscientas setenta y nueve especies de la inmensa division que pueden pasarse sin las corrientes, y aun entre ellas se observa un gran número que aprecian mucho la inmediacion de las aguas, como el plátano, el abedul, el álamo blanco, etc. Sin duda el número de las especies fósiles puede aumentar todos los dias por nuevos descubrimientos; pero esto no puede cambiar en nada los principios que sostenemos.

Las especies marinas son raras en estado fósil; son sin embargo á proporcion menos raras que las especies completamente de tierra firme. Por otra parte, dos razones debian hacerlas raras, la primera, su número limitado en estado vivo: la segunda se refiere á las condiciones de su existencia; en efecto, les hace falta un agua clara y mas ó menos tranquila para vegetar; los puntos del mar donde se depositan sedimentos, no pueden evidentemente permitir vegetacion alguna, sobre todo cuando los depósitos son contínuos como lo han sido los de casi todos los terrenos. No se debe, pues, esperar encontrar en estado fósil sino las especies arrojadas por el mar en los sedimentos depositados en su seno ó en sus orillas.

Por otra parte, los vegetales tan numerosos que habitan lejos de las aguas y de las corrientes, no pueden evidentemente volverse fósiles, sino por causas accidentales y raras, y asi los fósiles de esta division son los menos numerosos.

Lo contrario sucede respecto á los que crecen en las aguas dulces ó á sus orillas; estan mucho mas expuestos á ser arrastrados por las corrientes, y asi su número es mucho mayor en las capas de la tierra. Las licopodiáceas, las equisetáceas y casi todos los helechos, exigen lugares profundos, húmedos y cálidos, como los grandes valles de los bosques, la embocadura de los rios y hoy aun se encuentran en estas condiciones diez vegetales de estas familias para uno de las otras. Ahora bien, las especies reunidas de estas tres familias, llegan á la mitad, y los helechos solos á mas de un tercio del número total de los vegetales fósiles conocidos hasta el dia.

Los hechos prueban pues de la manera mas evidente, que el número de las especies vivas no ejerce influencia alguna sobre las que pueden convertirse en fósiles; la fosilizacion es un resultado de las condiciones excepcionales en que han vivido los seres á quienes ha alcanzado. Aunque hubiera cien mil veces mas vegetales en especies y en individuos lejos de las aguas y de las corrientes actuales, no habria ni uno mas que pudiera convertirse en fósil, mientras que las plantas de las aguas dulces ó de sus orillas aunque infinitamente menos numerosas, pueden volverse fósiles y se vuelven en efecto en mucho mayor número. Los vegetales fósiles no pueden, pues, ser considerados como representantes de la flora de su época.

II. Animales.

Nada diremos en este momento de los zoófitos que viven todos en las aguas; lo mismo sucede poco mas ó menos á los moluscos, á excepcion del corto número de especies terrestres; los crustáceos y los peces viven todos en las aguas, y tampoco hablamos de ellos. Las aves son raras en estado fósil, y las pasaremos igualmente en silencio por el momento. Despues de estas clases, la primera que se presenta remontando la serie animal, es la de los exápodos ó insectos y la de los octópodos ó aracnidos.

I. *Exápados y Octópodos.*

Se cuentan hoy mas de ochenta mil especies en estas dos clases, y aun no se conocen mas unas 1080 en estado fósil. Este corto número de insectos fósiles, prueba por su parte, que nunca las aguas han invadido repentinamente comarcas enteras. En este caso, en efecto, la entomologia fósil deberia componerse de mayor cantidad de formas diversas; y si como se admite generalmente; la vegetacion era en otro tiempo mucho mas activa de lo que es hoy, se debe deducir de esto, que los animales y particularmente los insectos que viven en un grán número de sustancias vegetales, eran tambien mas numerosos que en nuestros dias, puesto que todas las condiciones de su existencia eran mas favorables. Ahora bien, no se han encontrado hasta ahora mas que diez insectos en los terrenos *hullífero* y *primario*; los restos fósiles de estos animales indicarian, pues, en la hipótesis de las revoluciones, en aquellas épocas lejanas, una fauna mucho más pobre bajo condiciones mas ventajosas, lo cual implica contradiccion.

No hay insectos que vivan en el mar; algunos solamente en corto número frecuentan las orillas. Los animales de esta clase no pueden, pues, hacer conocer si las capas que los contienen han sido depositadas por las aguas del mar. Pero si el mar ha invadido la tierra seca, se deberian encontrar bajo sedimentos puramente marinos; y creemos que no se cita ni uno en semejante situacion.

Los insectos de los rios son igualmente raros; restan los de las aguas tranquilas y de los pantanos, y las innumerables especies terrestres y sobre todo de los bosques. Ahora bien, todos los insectos fósiles se refieren á las divisiones de las especies de agua dulce, terrestres y de los bosques; estan repartidos entre capas bastante numerosas, pero todas de lignitos, de esquistos arcillosos ó de margas de agua dulce; este es un hecho general demostrado por todos los yacimientos de insectos conocidos hasta hoy.

Entre los 1080 insectos fósiles conocidos, 800 próximamente estan envueltos en sucino ó ámbar amarillo, jugo vegetal resinoso, que en las capas va acompañado algunas veces de semillas y siempre de leños que parecen pertenecer á coníferas. Los insectos del ámbar han seguido, pues, el destino de los vegetales.

Todos los insectos se hallan encerrados en rocas de transporte, y habiendo sido estas rocas depositadas por aguas dulces, debe deducirse que todos los cadáveres de estos pequeños animales han sido arrastrados desde las partes altas de la tierra hácia las partes bajas y no desde el mar hácia las tierras. Asi, no debemos tener en estado fósil mas que aquellas especies que por efecto de sus hábitos, se encontraron excepcionalmente expuestas á la accion de las corrientes continentales.

Y en efecto, aunque existe en las orillas de los mares cierto número de especies marinas, no se han encontrado aun en estado fósil.

El ambar no contiene mas que especies terrestres y sobre todo de los bosques; un gran número de arácnidos, de hormigas, de dípteros, de coleópteros jilófagos, etc., que viven habitualmente en los troncos de los árboles para alimentarse de su savia, para depositar en ellos sus huevos, ó que suben accidentalmente para buscar otros insectos y atacarlos. Ademas hemos visto que el mayor número de insectos fósiles estan envueltos en ámbar, sustancia vegetal.

Las capas de lignitos y de margas contienen insectos de agua dulce con insectos terrestres, y entre estos últimos, las especies que viven en los árboles estan reunidas con las que se mantienen ordinariamente en tierra; las invasiones marinas no explicarian estas asociaciones, puesto que se encuentran en el seno de los depósitos de agua dulce, al paso que por el principio del acarreo se explica fácilmente esta reunion en un corto número de puntos en que se ve-

rificaba el depósito de insectos muertos tomados en diferentes puntos por la causa fluviátil.

Los insectos, en sus depósitos, estan siempre acompañados de vegetales ó de materias derivadas de las tierras secas. Los depósitos que los contienen son raros, pero los animales son en ellos generalmente muy numerosos; sino como especies, á lo menos como individuos, y bajo estos últimos conceptos las capas insectíferas tienen analogía con las de peces. Se ve que las aguas corrientes tomaban de este modo los insectos en un corto número de puntos donde estaban ya muertos en gran cantidad y los conducian por decirlo asi á uno. Ahora bien, esta muerte de un gran número de insectos á la vez, y en los mismos puntos, es un hecho que todo el mundo puede observar aun en nuestros dias; una ligera variacion de temperatura local puede producirla. En varias especies la muerte sobreviene en la misma hora para todos los individuos de una misma edad. Los machos mueren en cuanto se ha verificado la fecundacion, y las hembras perecen casi inmediatamente despues de la puesta. Hay paises en que las efémeras aparecen en tal abundancia á lo largo de los rios y de los lagos, que el suelo despues de su muerte queda todo cubierto de ellas y se recogen por carros para abonar las tierras.

Los insectos fósiles, son pues, una refutacion de las irrupciones marinas y de las revoluciones del globo, y prueban por el contrario, la accion de las corrientes de agua para la formacion de los depósitos en que se encuentran.

II. *Reptiles y anfibios.*

El estudio de los reptiles hará quizá resaltar mejor todavía el hecho tan importante del acarreo de los fósiles en virtud de circunstancias de costumbres y de hábitos, y no de revoluciones generales. El grupo de los reptiles es hoy uno de los menos numerosos del reino animal y de los menos variados. Los hay que viven en los rios ó en sus orillas; otros son marinos y otros terrestres. Los que frecuentan las orillas de las corrientes ó las embocaduras de los rios, deben ser mas numerosos que los otros en estado fósil. Asi veremos muchas mas tortugas, cocodrilos, batracios etc., que serpientes y lagartos.

Entre los anfibios, los batracios, tales como ranas, rubetas, sapos y pipas, etc., son casi los únicos animales que presentan especies fósiles. Son generalmente acuáticos y viven en las orillas de los rios, de los lagos, de las aguas estancadas, donde se forman turbas y sedimentos fangosos. Asi aunque sus partes mas sólidas no sean muy duras y se desorganicen deprisa, se encuentra un gran número de especies en las hornagueras, los depósitos lacustrales, las cavernas de Sajonia y las de América.

Las salamandras, pertenecen tambien á esta clase, y viven en las aguas cenagosas y algunas veces en los manantiales vivos; se encuentran tambien en estado fósil.

Los *ictiosaurios* son intermedios entre los peces y los anfibios; la disposicion de sus miembros no debia permitirles mas que nadar. No se conocen en estado vivo; pero se han descubierto siete ó ocho especies fósiles y todas yacian en arcillas ó margas que contenian tambien vegetales; su depósito indica, pues, que no se alejaban de las embocaduras.

Entre los *reptiles*, los ofidios ó serpientes, y los ofido-saurios ó lagartos, pueden vivir fuera de las aguas, sin embargo, van algunas veces á buscar á ellas su presa. Son raros en estado fósil y no se encuentran mas que en depósitos de agua dulce, en la isla de Sheppey, en las margas de Argentan, en el depósito lacustral de Sausan y en las cavernas de osamentas.

Los cocodrilos, por el contrario, viven en las embocaduras y no pueden pasar de un rio á otro, ni librarse de sus enemigos, cuando aparece alguno. Sus especies han debido, pues, extinguirse en gran número; en efecto, varios géneros perdidos de esta familia, han sido encontrados en las capas de la tierra. Habia algunos que debian tener hasta 50 piés de largo. Se concibe que animales tan gigantescos no podian fácilmente cambiar de residencia. Sus restos abundan en todos los terrenos, desde el zechstein hasta nuestras canteras de yeso.

Los *plesiosaurios*, animales tambien de embocaduras, intermedios entre los cocodrilos y las tortugas, vivian esencialmente en el seno de las aguas. Se conocen seis ó siete especies encontradas en las mismas capas que el ictiosauro, con cocodrilos. Estas diferentes especies de animales se hallan algunas veces en verdad asociadas á moluscos marinos, tales como belemnitas y ammonitas; pero las arcillas que los envuelven ó acompañan, prueban bastante que si el depósito ha sido formado en el mar, los materiales han sido del todo ó en parte conducidos por rios; esto es lo que se llama depósitos de mezclas ó de embocaduras.

Tortugas. Los trionix y los émides habitan las aguas dulces; los testudineos son terrestres, y los quelonios son marinos. Las tortugas de agua dulce se hallan, siguiendo la ley general, mas expuestas que las otras á ser cogidas y arrastradas por las corrientes. Asi se cuentan quince ó veinte especies de tortugas de agua dule fósiles, encontradas en depósitos de agua dulce ó de embocadura. Se indican especies de esta familia desde la parte inferior del terreno carbonífero, hasta las cavernas de osamentas.

La familia de las tortugas de tierra no ha dado mas que cuatro ó cinco; se encuentran igualmente en las capas de agua dulce.

No se conocen mas que tres ó cuatro especies de tortugas marinas en estado fósil.

Los *pterodactilos*, especie de reptiles de miembros anteriores muy desarrollados, formaron en otro tiempo una clase intermedia entre los reptiles y las aves. Las capas de agua dulce ó de mezcla, han presentado diez ó doce especies.

Asi en el grupo de los reptiles, el menos abundante hoy de todos los del reino animal, encontramos á proporcion mas seres fósiles y extinguidos, que en los otros, porque la mayor parte de los que le componen viven en la embocadura de las corrientes. Géneros numerosos, clases enteras de reptiles, han dejado de existir. No vemos que hayan sido víctimas de acontecimientos violentos que hubieran venido á destruirlos; el yacimiento se halla constantemente en relacion con la idea de que los individuos muertos han sido transportados y sepultados accidentalmente por efecto de las circunstancias y de los hábitos de su vida, y que han sido arrastrados desde la tierra á la cuenca en que se depositaban los sedimentos. Nada indica que el mar haya venido á sepultarlos en el sitio en que habitaban. No negamos que el enterramiento de los seres *vivos* por el mar ó los rios, pueda verificarse en ciertos paises, como en Holanda, por ejemplo, donde el suelo está algunas veces bajo el nivel de las aguas; pero no vemos que esto haya sucedido, y estamos seguros de que no se ha verificado de una manera general.

III. *Mamíferos.*

El mismo resultado debemos obtener por el estudio de los mamíferos.

1.° *Mamíferos cetáceos.* Esta familia se compone de los delfines marinos y de agua dulce, de los cachalotes, de los hiperodontes y de las ballenas. No parece haber perdido géneros, sino solamente una

docena de especies, y de este número, siete pertenecen á delfines de agua dulce.

En general no se forman grandes depósitos sino cerca de los rios, y los mamíferos marinos deben alejarse de los puntos en que los sedimentos, abandonados por las aguas, turbarian sus costumbres. Lo mismo sucede con los peces. Unos y otros estan vivos cuando vienen en las corrientes de agua, pueden huir y escapar de ser sepultados, mientras que los animales terrestres y fluviátiles, no vienen sino despues de su muerte conducidos por las corrientes mismas. De aquí resulta que los esqueletos de los animales marinos no estando sino muy rara vez descubiertos, se descomponen en el fondo de los valles del mar ó son arrastrados mas abajo por las aguas. Esto sucede algunas veces aun con los restos de los grandes mamíferos terrestres que se encuentran accidentalmente esparcidos sobre el suelo sumergido. Segun refiere el capitan Martin, los pescadores que frecuentan el mar de Alemania y la Mancha, traen frecuentemente huesos cargados de gusanos marinos, y cubiertos de sustancias marinas, fétidas, encontradas en alta mar. Se han descubierto tambien muchas osamentas de mastodontes en 1825 entre Boulogne y Dungeness; en 1837, entre los dos escollos Varn y Ridge; en 1839, entre Yarmouth y la costa de Holanda, y en diferentes partes del Paso-de-Calais. Nunca se encuentran en la cumbre de los escollos, sino en los valles marinos profundos. Con arreglo á estos hechos, no deberá causar sorpresa el encontrar algunas veces animales terrestres en capas fluvio-marinas y aun pelagianas.

2.° *Edentados.* Los hormigneros, los pangolines, el oricteropo, los tatus, pertenecen á esta familia. Se alimentan en general de carne corrompida ó de insectos, y algunas veces de vegetales grandes. Son tímidos, sin defensa, y no pueden, sino muy difícilmente, librarse de la persecucion de sus enemigos. Este grupo ha perdido muchos géneros, y veintiocho especies, dicen los paleontólogos; es mas de las que se poseen hoy. Las especies fósiles tenian proporciones gigantescas y mucho mas considerables que las que les han sobrevivido. Todos los individuos de este órden, y de los órdenes siguientes, han sido encontrados en depósitos de agua dulce, lacustrales ó fluviátiles.

3.° *Rumiantes.* Este órden comprende los géneros, buey, auroc, carnero, cabra, cervitillo, antilope, girafa, llama, camello, etc., y la numerosa familia de los ciervos, que contiene los géneros corzo, axis, ciervo, gamo, rengífero y alce.

Todos estos animales no tienen las mismas costumbres. El camello puede vivir lejos de las aguas; este género habria perecido como tantos otros, si el hombre no le hubiera domesticado para hacerle servir á sus necesidades. El llama habita casi exclusivamente las montañas. La girafa gusta de las comarcas secas. Los antílopes, que forman aun cuarenta especies, viven en tropas en los oasis del Africa, y por consiguiente, en terrenos secos. Todos estos géneros, á los cuales se debe añadirse aun el carnero, la cabra, el revezo, pueden vivir lejos de las aguas. Asi cada uno de ellos no está representado en la fauna fósil, sino por escasos restos, mientras que los del buey, de los aurocs y de los ciervos, que aman las corrientes y los valles, se encuentran por todas partes. Solo la brecha huesosa de Brengue, cerca de Figeac, en Francia, ha presentado hasta trescientas osamentas pertenecientes á doce ó quince individuos de la especie rengífero, la cual no existe hoy mas que en el Norte. La numerosa familia de los rumiantes, no parece haber perdido sino muy pocos géneros y un corto número de especies, de las cuales un tercio pertenece al género ciervo; y probablemente se deberá disminuir mucho este número de los géneros y las especies perdidas.

4.° *Paquidermos.* Cerdo, pecari, hipopótamo, caballo, tapir, rinoceronte, daman, dugong, lamantino, elefante, etc.; aquí tenemos especies marinas y especies terrestres, pero todas mas ó menos acuáticas.

El dugong y el lamantino, viven en el agua; pero tienen necesidad de la inmediacion de las tierras, donde pacen la yerba como los rumiantes. La forma de sus dientes no es realmente apropiada sino para un régimen vegetal, y los molares del lamantino se parecen hasta el punto de poderse equivocar á los del tapir. El lamantino puede muy bien vivir en las aguas dulces. Estos animales no pueden, pues, alejarse casi de las riberas, y despues de su muerte, pueden fácilmente ser arrastrados por las aguas.

El hipopótamo vive de vegetales en la embocadura de los rios. Como se le da caza para obtener su grasa, la única especie que existe aun, no tardaria en desaparecer si el interior de Africa estuviese mas habitado.

El caballo puede vivir en las montañas, pero prefiere las llanuras y los valles próximos á las corrientes.

El cerdo y el pecari se alimentan de vegetales y de raices que gustan desenterrar en los lugares húmedos. Despues del perro, el cerdo es el género mas extendido; se encuentra tambien, pero degenerado, en casi todas las islas del archipiélago del Sur.

El género tapir habita las Indias y la América, donde la multiplicacion del buey le hace mas raro de dia en dia.

El rinoceronte y el elefante viven de vegetales cerca de las corrientes.

Todos estos géneros han dejado en el seno de la tierra numerosos restos de algunas de sus especies extinguidas ó vivas, las especies marinas en depósitos marinos ó de embocadura, y las terrestres en capas de mezcla ó de agua dulce.

La familia de los paquidermos ha tenido pérdidas considerables. No cuenta en este momento mas que unas veintitantas especies, repartidas en siete ú ocho grandes géneros; en otro tiempo poseia diez ó doce grandes géneros, y comprendia mas de sesenta especies, la mayor parte tanto ó mas acuáticas aun, que el rinoceronte y el elefante, á juzgar por las circunstancias de su yacimiento; porque se han encontrado algunas veces en capas marinas ó de mezcla en la arcilla plástica y en las arenas de la Turena.

Este grupo ha perdido, pues, tres ó cuatro grandes géneros, y treinta y tantas especies próximamente, mientras que los rumiantes no se ha probado hasta ahora mas que la destruccion de un corto número de géneros y siempre entre los que mas se aproximan á las aguas.

¿Qué causa ha hecho desaparecer á los paquidermos, y ha dejado subsistir á los rumiantes? Si hubiera habido destrucciones violentas, generales, los rumiantes hubieran perecido como los paquidermos.

En las costumbres y hábitos de los dos grupos debe buscarse la razon de sus diferentes destinos. Los paquidermos se alejan poco de los valles bajos donde las corrientes hacen crecer yerbas abundantes; son de grandes dimensiones, pesados, y no pueden librarse de sus enemigos sino difícilmente; remontan huyendo de ellos el curso de los rios, y se encuentran en latitudes que no les convienen, y asi van muriendo sucesivamente. Sus generaciones se debilitan en cierto modo con las aguas que fecundaban sus valles, y se agotan con ellas. Los rumiantes, por el contrario, pueden vivir en casi todos los climas, y esto explica su conservacion; pueden pasar sin corrientes de agua, lo cual explica la rareza de sus restos en las capas del suelo.

5.° *Roedores.* La familia de los roedores comprende el lagomis, la liebre, conejo, puerco espin, el castor, la gerbasia, la marmota, el liron, el raton, el

campañol, la rata, la rata acuática, la ardilla y otros muchos animales.

Las costumbres de los géneros de roedores son bastante diferentes; unos viven sobre los árboles ó en madrigueras ó en tierras secas ó en los huecos de las rocas, y no necesitan la proximidad de las aguas.

Pero el castor no puede alejarse de las corrientes; las ratas tienen mucha aficion á los lugares húmedos, y la mayor parte viven á orillas de los rios y de los riachuelos. Asi estos dos últimos géneros son tan comunes en nuestros terrenos como los otros son raros. Hasta ahora no se han encontrado restos de polatuca, marmota, ni ardilla. La numerosa familia de los roedores ha perdido, segun los paleontologistas, ocho géneros y cincuenta especies; entre este número, diez y ocho formaban parte del género *mus*, y cuatro del género castor; las otras en su mayor parte pertenecian á géneros de América, cuyas costumbres nos son conocidas; sin embargo se puede todavía asegurar de algunas que no eran menos acuáticas que el castor.

6.° *Carniceros.—Digitigrados*: hiena, jacal, zorra, perro, lobo, lince, guepardo, jaguar, cuguar, leopardo, pantera, leon, gato, tigre, civeta, marta, nutria, mofeta, gloton etc.

Plantigrados: raton, tejon, coati, oso, etc.

Anómalos: morsa y foca.

Insectívoros: erizo, musaraña, topo, etc.

Queirópteros: rusetas, *vespertilio* ó murciélago propiamente dicho.

Varios carniceros son acuáticos, como la morsa, la foca, el igneumon, y la nutria; los otros, en general pueden vivir fuera de las aguas; como los rumiantes, soportan climas muy diferentes. Pero los rumiantes van ordinariamente juntos en tropas mas ó menos numerosas, mientras que los carniceros viven pocos juntos. Es preciso que se aislen, y se extienden para encontrar una cantidad de presas vivas que baste á sus necesidades. Mejor defendidos que los rumiantes y los paquidermos, pueden huir ó resistir segun lo exija el interés de su conservacion. Segun estas costumbres no debe esperarse encontrarlos en gran número en estado fósil. En efecto, si se exceptua la hiena, animal tímido y cobarde, que vive de presas muertas que va á buscar á las orillas de las aguas, y el oso que parece haber existido en otro tiempo en Europa, en gran abundancia, las demás especies, no se encuentran sino muy rara vez. Hay pocas osamentas fósiles de tigre, de pantera, de leon, de zorro, de perro propiamente dicho. Se cuentan en verdad mas de treinta y dos especies de carniceros fósiles, y cuarenta y cinco vivas y fósiles; pero las especies perdidas pertenecen en general, ya á un corto número de géneros extinguidos que tenian sin duda hábitos diferentes, ya á los grupos menos carniceros y menos protegidos de la familia, á los erizos, á los topos, á las musarañas y á los murciélagos.

7.° *Primados* ó monos. Los monos viven en tropas; se alimentan de frutos, y necesitan paises en que la fructificacion se renueve con frecuencia; huyen de las aguas. En la actualidad habitan exclusivamente las comarcas cálidas del Asia, del Africa y del nuevo continente; los hay tambien en Gibraltar. Se conocen unas ciento cincuenta y cinco especies vivas, y no hay mas que ocho ó nueve fósiles, pertenecientes todas á especies vivas á excepcion de uno que constituye una especie y quizá un género nuevo.

Los monos, los carniceros y los roedores, se han encontrado en su mayor parte en las cavernas de osamentas, es decir, como hemos visto, en el paso de antiguas corrientes.

IV. *La especie humana.*

Es cierto que la costumbre de los Indios, vecinos del Ganges, de abandonar sus muertos á la corriente de su rio sagrado, es peculiar á aquellos pueblos, y que siguiendo un uso universal é inmemorial, el despojo mortal del hombre, recogido religiosamente, es depositado en el seno de la tierra, conservado en lugares subterráneos, ó consumido por las llamas de la hoguera. Sin embargo, los viajes de la especie humana, sus combates, sus naufragios en las diferentes cuencas marinas y de agua dulce, la exponen con bastante frecuencia á ser arrastrada por las aguas corrientes. Y aun cuando sus restos perecieran enteros, los productos de las artes del hombre, sus armas, sus utensilios, sus adornos, hechos de materias mas ó menos incorruptibles, los restos de sus piraguas y de sus navíos sumergidos, deben quedar despues de él, y atestiguar su antigua existencia sobre el suelo descubierto. En efecto, el hombre fósil con productos de su industria ha sido encontrado en algunos puntos de la América y en casi todos los paises de la Europa, algunas veces en capas marinas y de mezcla, mas frecuentemente en depósitos de agua dulce formados por los rios.

Como la preocupacion obstinada de la no existencia de los fósiles humanos, está aun bastante extendida, vamos á dar la tabla de las principales observaciones de fósiles humanos.

Yacimiento de los fósiles humanos.

1.° América septentrional, en Santo Domingo, esqueletos humanos con productos de la industria humana, en una caliza marina reciente.

2.° En la Guadalupe, esqueletos humanos con flechas, fragmentos de vidriado, etc., en una caliza marina muy dura.

3.° Isla de San Lorenzo, en una capa marina, fragmentos de hilo, de algodon, de junco tejido, una espiga de trigo de Turquia.

4.° El suelo de terraplen del Estado de Tennessee ha presentado tambien osamentas humanas.

5.° América meridional, en las cavernas de osamentas del Brasil, un cráneo humano con animales de especies extinguidas.

6.° Europa.—Francia: las cinco cavernas de Rize, cerca de Narbona, han presentado dientes y osamentas humanas, con vidriado, huesos labrados, antilopes, etc., animales perdidos en capas de guijarros, de arcilla caliza roja.

7.° A ocho ó nueve leguas de distancia de las cavernas de Bize, se encuentra la de Salleles-Cabardes, en el valle del Celso, departamento del Aude. En esta caverna con guijarros y huesos de animales perdidos y de especies vivas, se encuentran osamentas humanas y fragmentos de vidriado.

8.° La caverna de la comarca de Miollet en el Gardon, cerca de Andusa, departamento del Gard, se compone de dos galerías colocadas una encima de otra. En la galería inferior hay un baño estalagmitico bajo el cual se encuentran huesos humanos mezclados con animales aun vivos; estan contenidos en un limo endurecido, arenoso, semejante al que acarrea el Gardon todavía hoy.

En la otra galería, el limo se diferencia un poco; es mas untuoso, mas coloreado, la capa que forma es mas gruesa, y los huesos humanos se hallan en él mas despedazados. En este fango se han observado restos de osos mezclados confusamente con los de ciervo, de caballo, de auroc, vidriado y huesos humanos.

En una cavidad de la galería inferior se encontraron primeramente dos cráneos humanos mezclados con huesos de oso; despues á poca distancia se en-

contró una pequeña estátua romana y seis brazaletes de cobre; finalmente se encontraron en aquella misma capa de arcilla, huesos y dientes trabajados por la mano del hombre.

Estos descubrimientos se deben en gran parte á Marcelo de Serres; prueban á no dudarlo que estas cavernas se han llenado en nuestros tiempos históricos y aun en nuestra era, y que por consiguiente los fenómenos geológicos se continuan siempre, lo cual no deja de incomodar un poco á los partidarios de las revoluciones y de la habitacion de las cavernas.

9.° Cerca de Londres, en el departamento del Gard, á dos leguas de la caverna de Lunel-Vieil, existe otra caverna abierta en la misma caliza, el suelo está formado por un sedimento terroso arenáceo; contiene huesos rotos y coprolitos. Christol ha extraido de la capa limosa mas baja del suelo un fragmento de vidriado.

10. Dumas ha encontrado en Somieres un diente molar humano en el sedimento estalagmítico. El limo contenia tambien huesos de un hombre de gran estatura con animales perdidos y vivos.

11. En la caverna de Suuvignargues, á una media legua de la que se acaba de citar, Christol ha encontrado osamentas de buey, de ciervo y de hombre, casi á la superficie del suelo.

12. Se ha encontrado un esqueleto humano en un travertin que continúa formándose en Saint-Martial, departamento del Puy-de-Dome en Francia.

13. Una tibia humana en una capa de terraplen en el Levante de la antigua Gergovia.

14. En Italia, fragmentos de escultura, de vidriado, restos de construcciones en estratos marinos en Puzzola, cerca de Nápoles.

En Bélgica, en la provincia de Lieja, en las orillas del Mosa, cerca de Engiboul y á orillas del Vesdre, cerca de Gaffontaine, existen varias cavernas.

15. Los huesos humanos que Tiedmann ha determinado de una manera cierta, existen en casi todas las cavernas de las riberas del Mosa, mezclados con huesos de animales de especies perdidas. En ellas se han encontrado entre otros dos cráneos humanos. Estos huesos humanos estaban absolutamente en las mismas circunstancias y en el mismo grado de conservacion que los de los animales perdidos, y todo prueba que unos y otros habian sido transportados.

16. Lo mismo absolutamente sucede en las cavernas de la orilla derecha del Vesdre; los huesos humanos se encuentran en ellas en las mismas circunstancias. Las osamentas humanas de las cavernas de Lieja, pueden referirse á seis individuos diferentes.

17. En Suecia se han encontrado varias obras de arte y restos de buques en capas de marga y de arena marina cerca de Stokolmo.

18. Sajonia; en brechas huesosas de Sajonia, los fósiles humanos van acompañados de huesos de rinoceronte, de conchas de agua dulce, etc.

19. Boué encontró en 1822, al otro lado del Aar, en el país de Baden, huesos humanos colocados á diferentes alturas y en puntos en que nada podia hacer sospechar la existencia de un cementerio.

20. El mismo observador ha hecho conocer otros cráneos humanos, que el conde de Razumowski ha encontrado en Baden, cerca de Viena, mezclados con osamentas de animales de especies perdidas, ó que viven actualmente en las regiones ecuatoriales.

21. Se han encontrado osamentas humanas con otros fósiles de especies perdidas, á diferentes profundidades, en una caverna yesosa del valle estrecho del Elster, que se extiende desde Kaschwitz hasta Kostritz, no lejos de Gera.

22. Otros huesos, tanto de la especie humana como de especies mamíferas, se han encontrado tambien en la superficie superior de la formacion yesosa; los huesos humanos se encontraban mezclados con especies perdidas y especies vivas, entre otras un gallo doméstico. Ahora bien, el gallo doméstico es un animal conocido muy modernamente; Homero y Hesiodo no han hablado de él.

23. Se han encontrado igualmente entre Messen y Dresde osamentas humanas colocadas en las mismas circunstancias que en Kostritz.

24. Tambien se han encontrado osamentas y esqueletos humanos en algunas cavernas de Inglaterra; así en las cavernas de Glamorgand, los fósiles humanos se hallan asociados á huesos de elefantes, de rinocerontes, etc. y acompañados de diversos productos de arte, tales como vidriado, agujas de hueso, achas y cuchillos de piedra.

25. Diferentes partes de Alemania, entre otras el valle del Danubio, han presentado cráneos semejantes á los descubiertos por Boué y colocados á diferentes alturas.

Ciertos partidarios de las revoluciones, Cuvier mismo, han querido explicar la presencia de estos cráneos en las capas del suelo, pretendiendo que los lugares en donde se han encontrado eran antiguos cementerios de pueblos desconocidos. Este es un modo como cualquiera otro, dice Linck, de salir de la dificultad que las consecuencias de semejantes hechos oponen á las revoluciones.

26. Finalmente, varios de los animales perdidos, sobre todo de los herbívoros, se encuentran constantemente en las hornagueras y muy frecuentemente con productos de la industria, esqueletos humanos y algunas veces con cadáveres cubiertos de vestiduras extraordinarias y cuya carne se ha vuelto jabonosa, troncos y sanillas de plantas que crecen en nuestras hornagueras ó pantanos idénticamente las mismas y sin la menor modificacion.

No hemos citado todos los yacimientos de fósiles humanos, y sin embargo, en solo los que acabamos de indicar, se debe, no teniendo en cuenta mas que osamentas, sin hablar de los restos de industria, evaluar las osamentas fósiles encontradas en aquellos yacimientos en mas de sesenta individuos de nuestra especie.

Está, pues, demostrado que hay fósiles humanos, que se encuentran con animales que no existen y que habian sido considerados como de otra creacion; pero al mismo tiempo está probado tambien que los fósiles humanos no son mas que un accidente excepcional como todos los fósiles animales.

De todos los hechos geológicos conocidos hasta el dia y que acabamos de resumir, se sigue, que las costumbres y los hábitos de las especies fósiles de nuestras capas de agua dulce y de mezcla, casi exclusivamente análogas á las especies vivas que existen en nuestros rios actuales y en su inmediacion, demuestran lo mismo que las circunstancias generales y particulares de los yacimientos, que las especies no han perecido por inundaciones generales, ni han sido sepultadas en el sitio y de repente, sino que el enterramiento no ha hecho mas que seguir de cerca ó de lejos la muerte de los animales y de los vegetales arrastrados por aguas continentales. Sin duda hay algunas excepciones á esta ley general de transporte, pero encuentran su explicacion en las circunstancias mismas del yacimiento ó en la naturaleza de los seres. Tenemos todavía que examinar dos grandes caracteres de analogía entre los efectos de las causas antiguas y los de las causas actuales.

Las causas antiguas hacian lo que vemos hacer cada dia á nuestros rios y riachuelos, que levantan y arrastran los restos de los animales muertos en sus orillas.

El estudio de los fósiles nos ha hecho ver ademas que las capas de mas potencia que han producido las causas antiguas, son en general depósitos de embocaduras, y podemos juzgar por la cantidad de los materiales que nuestros rios transportan al mar, que sus

mayores depósitos se forman igualmente en sus desembocaduras. Esto se verifica con mas ó menos lentitud, lecho por lecho, ya sea de parte de los mares, ya de parte de los rios, como se ha verificado en todas las épocas.

Por todo lo que precede está rigorosamente probado que los seres fósiles en general no han vivido sobre el suelo en que se encuentran sus restos, y que han podido ser conducidos de varios puntos muy diferentes como lo han sido los sedimentos mismos. Este resultado es importante por las consecuencias que de él se pueden sacar.

Si los seres han vivido en los lugares ó cerca de los lugares en que yacen sus despojos, se deben buscar y encontrar en estos mismos lugares las condiciones de su existencia; ahora bien, todos los hechos geológicos conocidos hasta el dia, demuestran que estas condiciones de existencia no pueden encontrarse en los lugares del yacimiento de los fósiles. Por el contrario, si los seres han vivido mas ó menos lejos de su yacimiento actual, como no puede dudarse, no hay obligacion de encontrar allí estas condiciones de existencia; tampoco se puede deducir nada sobre la antigua temperatura, ni sobre la forma y flora de las localidades en que se encuentran sus restos.

Desde el momento en que está demostrado el transporte, es preciso admitir, que una multitud de circunstancias pueden hacer que no se encuentre tal ó cual ser en estado fósil, y que la fosilizacion es una rara excepcion á la ley general que hace desaparecer á la larga los últimos vestigios de la vida. Ninguno de los seres que han perecido en la superficie de la tierra, en todos los puntos que no estaban en contacto con aguas corrientes, ha podido volverse fósil; no podemos esperar encontrar mas que algunos débiles restos de los animales y de los vegetales que han vivido en la inmediacion de las corrientes y aun de las corrientes que tenian en suspension sustancias minerales y que formaban depósitos.

Los mismos seres que por su género de estacion ó por sus costumbres, se han encontrado en condiciones favorables para ser arrastrados, no han sido todos conservados bajo las aguas por los sedimentos que los habian envuelto. Mil circunstancias pueden influir en la conservacion ó desaparicion de los restos orgánicos de las capas del suelo. Las arcillas y en general los sedimentos finos conservan mejor sus fósiles, que los gres ó las arenas cuyos granos son mas groseros; en las arenas que no han recibido cimento ó que han permanecido largo tiempo movedizas, los cuerpos organizados pueden desaparecer sin dejar impresion alguna, etc.; finalmente, no debemos creer que conociamos todas las especies fósiles que el suelo encierra; los geólogos no han observado mas que capas explotadas con un interés que no era el de la ciencia. Todo es, pues, excepcional en los seres fósiles: su descubrimiento, su conservacion, y su fosilizacion misma.

Asi contra la opinion de varios geólogos, los vegetales fósiles no ofrecen base alguna para establecer la proporcion numérica de las especies de las diferentes clases en las diferentes épocas del suelo, no habiendo podido cada época ofrecer en estado fósil mas que la imperceptible minoría de las especies que habitaban entonces la tierra. La ausencia completa, en los terrenos antiguos, de varias clase ó familias muy numerosas hoy, por mas asombrosa que fuera para el botánico, no seria sin embargo mas que un hecho puramente negativo; no probaria en manera alguna que las especies de estas clases ó familias no existian aun sobre la tierra; no indicaria siquiera que fueran raras; indicaria todo lo mas la escasez de las especies fluviátiles en los paises que han sido suficientemente estudiados si hay alguno; y aun no lo indicaria con seguridad; porque si estos vegetales, por su género de estacion, no hubieran podido encontrarse, por ejemplo, sino en depósitos de ribera, y estos depósitos hubieran sido destruidos por la accion posterior de las aguas, por numerosos que hubieran sido estos vegetales en individuos y en especies, no quedaría probablemente vestigio alguno de ellos en el suelo.

Pero en un terreno que no se compusiera sino de una ó dos formaciones, esta ausencia de vegetales fósiles, seria aun menos significativa, porque podria depender de ciertas circunstancias locales, del orígen de los depósitos, del género de estacion de los vegetales, de la destruccion de las capas que los contenian, ó de la explotacion mas ó menos general de estas formaciones, porque solo la explotacion del suelo nos da á conocer lo que encierra.

Asi, tambien contra la opinion de Jorge Cuvier y de varios geólogos, no se puede admitir que solo hubiera un mamífero terrestre antes del depósito de los terrenos terciarios, porque los terrenos mas antiguos no hubieran presentado hasta este momento mas que el mamífero jurásico de las capas de Stonesfield. Sin embargo Cuvier ha ido mas lejos aun; en poco mas de cien pretendidas especies de animales terciarios de que ha hablado, once ó doce tienen segun el mismo, una semejanza tan absoluta con las especies vivas, que apenas se puede dudar de su identidad, y varias de estas últimas estan asociadas en su yacimiento con especies que Cuvier considera como perdidas. A pesar de estos hechos incompletos, y cuyo valor ha disminuido, este sabio afirma sin vacilar que las especies vivas no han aparecido en las partes de la tierra donde las encontramos, sino despues de la destruccion de las especies extinguidas, y considera los descubrimientos que combaten sus conclusiones como casos particulares, excepciones sin importancia de la regla general, pequeñas diferencias parciales que no podrian detener á los que abrazaron como él el conjunto de los fenómenos. Como si fuera lícito considerar las cien especies de que él ha hablado como representantes de la fauna contemporánea de los terrenos terciarios; como si estas once ó doce especies aun vivas (y nada decimos de todas las que el estudio y el tiempo han venido á añadir á este número), no bastáran para impedir formar conclusiones generales, y como si fuera racional y prudente aplicar con seguridad á toda la superficie del globo un órden de cosas que realmente no ha sido bien observado sino en el hemisferio boreal, y en algunos puntos que no representan la milésima parte de esta superficie.

Finalmente resulta del estudio detenido de los yacimientos fosilíferos como de la sana lógica, que aun cuando no se encontrara resto alguno vegetal ni animal en ningun terreno, esto no probaria mas que una cosa, á saber: que ningun vegetal ni animal se ha encontrado en las circunstancias necesarias para la fosilizacion. ¿Desde cuando es lícito deducir que no hay animales, ni vegetales, ni hombres en la tierra, porque los desiertos de Africa estan deshabitados? Tal es sin embargo la lógica de los geólogos que han pretendido que todos los seres de que no encontraban restos fósiles no existian en las épocas en que fueron depositados los terrenos de que han estudiado una pequeña parte.

No se conocen mas que algunos puntos superficiales de los terrenos primarios, secundarios y terciarios; de que no se hayan encontrado ciertos animales fósiles en estos pocos puntos, no es lícito deducir que no puedan encontrarse en ningun punto de esos mismos terrenos. Semejante conclusion no será legítima sino cuando se hayan removido y por decirlo asi tamizado todos los terrenos hasta sus últimos detalles; porque en fin, nada impide que en un solo pié cuadrado de un terreno sedimentoso cualquiera, que no se haya movido, se encuentre precisamente un fósil que venga á destruir toda la conclusion; esto ha sucedido ya

tantas veces, que nuestro razonamiento se halla demostrado por los hechos, si ya no lo estuviera por el simple buen sentido.

La ausencia de un fósil en cualquiera terreno, no prueba, pues, absolutamente nada, para la no existencia de ser alguno en la época en que este terreno ha sido formado.

No sucede lo mismo respecto á la presencia de un solo fósil en una formacion ó en un terreno cualquiera. La presencia de un solo vegetal terrestre, de un solo animal terrestre, prueba la existencia de todos los demás en la época de su depósito. En efecto, hemos demostrado que hay una ley de condiciones armónicas de existencia entre los vegetales y los animales, entre las varias clases de animales entre sí, que no permite que los unos puedan existir sin los otros, cuando se les considera en sus grandes grupos, lo que no sucede, sin embargo, entre partes de estos grupos.

Ahora bien, este gran principio, resultado de los estudios anteriores, va á ser confirmado por la géogia misma.

CAPITULO XI.

ARTICULO VIII.

LOS SERES NO HAN SIDO EN ÉPOCA ALGUNA TOTALMENTE DESTRUIDOS Y LA VIDA NO HA SIDO INTERRUMPIDA JAMÁS EN LA TIERRA, DESDE QUE EXISTE.

Hemos visto que las arcillas y los gres eran en general el producto de los rios, y las calizas, el de los mares; ahora bien, desde las rocas sedimentosas mas profundas, las convertidas en esquistos cristalinos, hasta el suelo aluvial, que continúa aun depositándose, todos los órdenes de terreno sin excepcion y hasta en las divisiones menos importantes, presenten depósitos arcillosos, arenáceos, y calizos. Siempre ha habido, pues, mares y rios, y por consiguiente, tierras descubiertas.

La alternativa de estas tres clases de rocas es tan constante y tan continuada, que bastaria para probar que los mares nunca han ocupado fijamente y á un mismo tiempo todos los depósitos del globo.

Pero la conexion íntima y el número de las capas alternadas, su encage por decirlo asi, la analogía profunda de las capas de la misma naturaleza en las diferentes cuencas etc., nos han probado suficiente y rigorosamente que no ha habido permanencia repetida del mar sobre nuestros continentes, por lo menos de una manera general.

Por otra parte, los fósiles han venido á demostrarnos, que los seres que representan no han perecido por efecto de sumersiones generales ó locales.

De todos estos hechos resulta, que estas ocupaciones reiteradas de nuestros continentes por los mares imaginadas para explicar los fenómenos y en particular la destruccion de las especies llamadas perdidas, no solo no se han verificado, sino que no explican absolutamente nada, y que era tanto mas inútil recurrir á ellas, cuanto que la hipótesis es falsa en su generalidad.

La historia de la paleontologia, la reparticion de las especies en los diferentes terrenos, no permiten suponer que en ciertas épocas, y antes de ser sepultadas, las plantas y los animales hayan perecido enteramente víctimas de una falta de aire ó de agua, de una temperatura demasiado elevada ó demasiado baja, y en fin, de medios demasiado variables para que la vida pudiera continuarse sin interrupcion. Pero como esta idea de revoluciones generales que hubieron de destruir varias veces creaciones anteriores y preparar la tierra para creaciones nuevas, existe en los libros de varios sabios distinguidos, defendida por su nombre mas bien que por sus escritos subsiguientes, ó por su enseñanza oral, y puede ejercer una influencia en cierto modo póstuma en el ánimo de los que no han seguido la direccion que los hechos numerosos y mejor juzgados han dado á la ciencia desde hace algunos años, creemos deber insistir en la reparticion de los fósiles en los diversos terrenos, á fin de demostrar que estas revoluciones si se han verificado en cualesquiera que hayan sido, no han destruido todos los seres que vivian en las épocas en que se habrian operado y que una vez encendida la antorcha de la vida sobre la tierra, nunca se ha apagado completamente.

Entre los hechos que se pueden invocar, uno de los primeros es, la presencia de especies extinguidas y especies vivas en todas las alturas de los terrenos.

Si ha de darse crédito á los paleontólogos sin principios de especificacion, han encontrado, que dividiendo el suelo terciario en cinco grupos ó períodos, el primero, formado de los depósitos mas antiguos, contendria próximamente un 10 por 100 de conchas vivas; el segundo, 26 por 100; el tercero, 30 por 100; el cuarto, de 50 á 60 por 100, y el último, ó mas superficial de 90 á 95 por 100. Pero es preciso recordar que estas proporciones son tan arbitrarias como los principios segun los cuales se han determinado, y que cuanto mas se estudian los terrenos y los fósiles, mas aumenta el número de las especies vivas, mientras que disminuye el de las especies fósiles.

Sin embargo, en el estado actual de la ciencia, á medida que se aproxima nuestra época, las especies vivas se hacen mas numerosas en el suelo terciario, y á medida que se aleja, las especies extinguidas aumentan. Los cinco períodos ofrecen, pues, cada uno especies perdidas y especies aun vivas, y no hay diferencia sino en las proporciones numéricas entre las especies vivas y extinguidas de los diferentes períodos. Si en lugar de dividir por grupos se divide por formaciones y aun por rocas, se encontrará igualmente cierto número de especies perdidas que se limitan á cada una de ellas, y no aparecen en las formaciones ó rocas que les son superiores.

Los terrenos secundarios y primarios presentan esta misma distribucion de sus fósiles. Cada depósito contiene cierto número de especies que les son propias, y que los geólogos se han servido frecuentemente para caracterizarlo. Lo que decimos en este momento de las conchas, debe entenderse tambien de los pólipos, de los crinoideos, de los equínidos, de los crustáceos, de los peces, de los reptiles, de las plantas, en una palabra, de los seres organizados de todas clases. Es de advertir tambien, que no debe tomarse este carácter de los terrenos sino resultado único de la observacion de una pequeñísima parte del suelo, resultado que puede cambiar de un dia á otro descubriendo nuevos fósiles, y que en efecto ha cambiado y cambia todos los dias, á medida que se profundiza mas el estudio.

Si se quiere explicar con los hechos conocidos la destruccion de las especies extinguidas por revoluciones del globo, es preciso admitir tantas como depósitos hay en los terrenos; es preciso admitirlas en todos los puntos de la serie de los terrenos, puesto que en todos los puntos vemos especies en número mas ó menos considerable que desaparecen sin volverse á repetir.

Hay mas; en estos depósitos, en estos mismos lechos en que unas especies concluyen, otras se presentan por la primera vez y se dejan ver aun en capas superiores, y estas asociaciones de especies que desaparecen, y de especies que les reemplazan y sobreviven, son un fenómeno general en la fauna y la flora fósiles. Las mismas revoluciones que habrian destruido las unas, habrian, pues, perdonado á las otras, aunque habitaran el mismo país ó paises bastante próximos, puesto que sus restos han sido arrastrados y depositados por la misma corriente.

En los puntos en que el suelo de sedimento ha sido dividido por los geólogos en terrenos primarios, secundarios y terciarios, ¿este suelo presenta menos señales evidentes de estas catástrofes generales á que las hipótesis gratuitas han entregado tantas veces á la tierra? De ningun modo; estas divisiones las mas generales de todas, son sin embargo mas ó menos arbitrarias; todos los geólogos convienen en ello. El paso de los terrenos secundarios á los terciarios, por ejemplo, es frecuentemente imperceptible, y hay una oscilacion de mezcla de las sustancias que los constituyen, una especie de engranage encima y debajo del cual se pueden solamente reconocer y distinguir los terrenos secundarios de los terciarios; lo mismo sucede en todos los terrenos. Ademas, los geólogos no estan de acuerdo sobre estas divisiones; unos atribuyen á los terrenos primarios lo que otros atribuyen á los secundarios; estos forman terrenos terciarios de lo que otros clasifican en los secundarios; tan cierto es, que estas divisiones son puramente arbitrarias. Asi estas grandes divisiones no corresponden á un cambio súbito de los géneros y de las especies; inmediatamente encima de los puntos en que los geólogos han generalmente dividido las últimas capas de cada grupo, no indican por la abundancia y diversidad de sus fósiles, que un mundo antiguo acaba de ser destruido y que son como la tumba de todas las poblaciones de sus tierras, de sus rios y de sus mares. Nada prueba, por ejemplo, que el acontecimiento que separa una parte considerable de las aguas del mar, despues del depósito de la creta blanca, haya anonadado todos los seres preexistentes; esta formacion no contiene mas especies perdidas que las posiciones media é inferior del terreno cretáceo. La fisonomía de sus fósiles es aun mucho mas uniforme, no hay allí en general sino seres que han vivido en aguas profundas. Por otra parte, si la catástrofe que ha permitido que depósitos de ribera, tales como la caliza grosera, vinieran á reposar inmediatamente sobre un depósito pelagiano, hubiera sido una revolucion general y destructiva, la creacion espontánea de que habria sido seguida no se manifestaria, desde las primeras capas de los terrenos siguientes tan fecunda en especies y en individuos; estas primeras capas no ofrecerian todos los seres que contiene la época terciaria en su totalidad; y todos los fósiles terciarios deberian diferir por el género y la especie de los fósiles cretáceos y de las especies de la naturaleza viviente. Los hechos son sin embargo enteramente diferentes, puesto que hay un gran número de idénticos y mas aun de análogos. Si descendemos de esta consideracion en conjunto á los detalles, tomando separadamente el reino vegetal y á continuacion ciertas clases del reino animal, encontraremos allí las pruebas de los hechos generales que acabamos de enunciar, encontraremos tambien, que la vida se ha conservado siempre no solo bajo una forma cualquiera, sino bajo todas las formas principales con que la vemos en este momento sobre la tierra.

I. *Vegetales.*

En todas las épocas ha habido vegetales en la tierra seca. La existencia de plantas terrestres fósiles en cantidad variable en todos los depósitos un poco importantes del suelo, es un hecho que no podria negarse. La denominacion de *formaciones pelagianas* y *sin plantas terrestres*, que Brongniart habia creido deber dar al zechstein, al muschelkalk, y al terreno cretáceo, no está admitida en la ciencia. Al presente está admitido por Brongniart mismo y por otros botánicos que las vegetales terrestres no son extraños á ninguno de estos depósitos, y que abundan sobre todo en el gres cretáceo de Schona, en Sajonia; de Tetschen en Bohemia, etc. El depósito pelágico de la creta de las llanuras no contiene en verdad mas que un corto número de leños flotados, pero la de los Alpes está llena de restos de plantas terrestres y aun presenta lignitos.

Los botánicos exigian restos abundantes de plantas aun á depósitos que se han formado en el mar profundo, y quizá en parte por medio de materias suministradas por manantiales minerales. ¿Cómo podia razonablemente esperarse esto á una gran distancia de los continentes ó de las islas, cuando la naturaleza de los sedimentos tan pobres en materiales tomados de las tierras descubiertas, demuestra claramente que estos depósitos se han formado en un tiempo de reposo y no de acarreo? Por el contrario, las plantas fósiles abundan donde hay materias arenáceas ó arcillosas, donde se ven aun señales de grandes inundaciones que han venido de las tierras descubiertas.

En cuanto al *muschelkalk* y al *zechstein*, aun cuando no contuvieran mas que plantas marinas, esto no probaria una inmersion contemporánea de todo el suelo; el mar no estaba en todas partes, supuesto que estos depósitos estan muy lejos de formar en todo el globo una costra continua. Esto no probaria siquiera que las partes del suelo descubierto vecinas á estos depósitos estuvieran entonces desprovistas de vegetales, puesto que hay especies de plantas terrestres que pasan desde las capas que les son inferiores hasta las que les son superiores, y que vivian por consiguiente en las épocas en que estos terrenos han sido producidos. Veamos algunos ejemplos de estos pasos:

En la familia de las equisetáceas ó colas de caballo, el *equisetum Mongeotii* se presenta en el gres abigarrado y en el keuper de Marmoutier, departamento del Bajo Rhin. El *equisetum arenaceum* del gres abigarrado de Wasselonne y de Marmoutier, reaparece, segun Berger, en el keuper de Cobourg, y tambien en el del canton de Basilea, segun Merian.

Entre los helechos, el *clathropteris menisciodes* pasa del gres abigarrado de los Vosges en Ruaux y en Saint-Etienne, al keuper y al gres del lias de Hor, en Scania; estas tres plantas existian, pues, tambien en la época del muschelkalk, que es intermedio entre los terrenos que las contienen.

La *sigillaria reniformis* se observa en el terreno hullífero de Mons, de Essen en Inglaterra, y despues, segun Lindley y Hutton, en el gres del keuper de Gotha.

En la familia de las licopodiáceas, el *lepidodendron phlegmarioides* pasa del terreno hullífero de Newcastle y de Silesia al keuper de las cercanías de Cobourg. Asi estas dos especies han atravesado los tiempos que correspondieron al depósito del zechstein y del muschelkalk.

Otros pasos semejantes formados por plantas, cuya identidad ha demostrado Brongniart mismo, se observan en nuestros terrenos terciarios. Una planta terrestre de la familia de las colas de caballo, el *equisetum brachyodon*, y una planta de agua dulce, el *chara elictheres*, atraviesan casi la totalidad de los terrenos. La primera existia antes de la caliza grosera en la cual está sepultada, en Montrouge, cerca de Paris, y no ha sido destruida por esta formacion fluvio-marina, puesto que reaparece encima, en el yeso de Armisson, cerca de Narbona. La segunda ha sido contemporánea de la otra, pero se remonta mucho mas que ella; se encuentra en el silex lacustral inferior, medio y superior; estas plantas llenan casi enteramente y en los mismos puntos, el intervalo en que Cuvier, Deshayes y Elías de Beaumont, han colocado sus períodos de alteracion y destruccion general.

Tal es el poder de los hechos: dos plantas destruyen tres sistemas á un tiempo.

No se puede, pues, suponer que el zechstein, el muschelkalk y la creta, han destruido las plantas preexistentes y preludiado nuevas creaciones vegetales. Tampoco se puede admitir que la vida de las

plantas, pasando por diferentes medios se ha extinguido y reanimado sucesivamente; porque siempre ha habido sobre nuestros continentes alguna vegetacion.

La especificacion en los vegetales es mas difícil que en los animales; reposa sobre los mismos principios, pero nunca se encuentran los órganos de la fructificacion en estado fósil; no hay mas que hojas, impresiones de tallos incompletos y algunas veces frutos. No se puede, pues, indicar sino muy rara vez la especie, y casi nunca de una manera cierta. No sucede lo mismo con las grandes divisiones en acotiledones, monocotiledones y dicotiledones: es bastante fácil reconocer en el leño, y en la hoja si una planta fósil pertenece á una de estas divisiones; se puede tambien en muchos casos determinar la familia, pero el género y la especie es en la mayor parte de los casos imposible. Sin embargo, los paleontologistas no han temido crear varios reinos de vegetales sucesivos con tales imposibilidades, pero es evidente que la ciencia no puede tenerlos en cuenta. Manteniéndose en los límites de lo posible, no hay duda alguna acerca de la existencia de todas las principales formas vegetales en todas las épocas geológicas; así para citar algunos ejemplos, diremos:

Los *litoxilos* ó leños petrificados son de todos los terrenos, aun de los mas antiguos, y parecen pertenecer á todas las divisiones del reino vegetal.

En el terreno hullífero se encuentran para las *acotiledones*; impresiones de helechos y helechos colas de caballo, algas, confervas, ulvas, fucos, etc.; entre las *monocotiledones*, *hippuris* (esquistos de las hulleras), espigas de gramineas (hulleras de Silesia, de Franconia, de Hesse, de Westfalia, de las Cevenas, de Inglaterra, etc.), y palmeras; entre las *dicotiledones*, *myosotis scorpioides*, pulmonaria (hullas de Saint-Imbert), *anemonis sylvestris*, hepática, (esquistos de las hullas de Saint-Imbert), *cactus* (hulleras de Inglaterra, de las Cevenas), *ceratophyllum* (hulleras de Turquía y de Silesia).

Desde los terrenos primarios á la formacion hullífera, y hasta el fin de los terrenos secundarios, Brongniart ha reconocido en todos los grupos la presencia de los vegetales criptógamos, fanerogamos y monocotiledones; no encuentra dicotiledones sino en los terrenos terciarios. Pero acabamos de citarlos desde la hulla, y un gran número de observadores han citado en todos los terrenos un número de ellos bastante considerable, para probar que en todas las épocas todas las formas vegetales se encuentran representadas en geologia.

El reino vegetal ha existido, pues, siempre, en todas sus formas, desde los primeros indicios que encontramos en el seno de la tierra, y aun cuando no encontráramos la representacion de estas formas, esto no probaria en manera alguna la no existencia.

II. *Animales.*

Antes de hablar de los animales marinos, observaremos, que los seres terrestres y fluviátiles son los únicos que las irrupciones de los mares sobre la superficie entera de los continentes hubieran podido destruir totalmente. Sin embargo, hay tambien especies perdidas entre los animales marinos. Sino se tratara, en efecto, como lo da á entender Jorge Cuvier, sino de la desaparicion de un corto número de conchas, se podria suponer con él que han perecido por causas accidentales, ó que existen vivas en puntos en que todavía no las hemos podido descubrir; pero la clase de los moluscos cuenta por sí sola mas especies perdidas que todas las demás tomadas en conjunto, y si se añaden todas las de las otras clases, como los pólipos, los crinoideos, los equinidos, los crustáceos, los peces, los mamíferos y los vegetales marinos, se encontrará que en lugar de ocuparse exclusivamente de las mayores organizaciones terrestres, y dividir el fenómeno despues de haber reducido sus proporciones, hubiera sido mas filosófico abarcarle en su conjunto, y buscar una causa verdaderamente general y capaz de obrar á la vez sobre las aguas del mar y de los rios, como sobre el suelo descubierto. Esta investigacion de una causa única, hubiera debido parecer tanto mas conveniente al autor del *Discurso sobre las revoluciones del globo*, cuanto que la extincion de las especies marinas y terrestres se muestra paralela y sincrónica en las capas de la tierra. Esta causa, mas general de lo que podria ser la accion de las aguas del mar, es complexa; en primer lugar, puede contarse la temperatura, que parece haber sido en otro tiempo mas igual y mas uniforme á grandes distancias, y haber variado, al menos localmente, mientras los terrenos se depositaban; pero estas variaciones han sido lentas y graduales; y ni los monumentos históricos, ni los del suelo, pueden ser recordados en testimonio de un cambio súbito, general y destructor de todos los seres, puesto que no solamente los continentes vecinos de los mares han podido estudiar los depósitos, sino que estos mismos mares antiguos han estado siempre poblados. Otra causa es la formacion de los terrenos mismos, que llenando las cuencas de los mares, han cambiado el nivel de las aguas; á ella se debe atribuir la ocupacion del lecho de los grandes rios; las variaciones en las quebradas de las riberas de los mares, que han ocasionado variaciones análogas en las exposiciones de las bahías al sol y á los vientos; la multiplicacion del hombre, la destruccion de los bosques, de las selvas, y por consecuencia el agotamiento de las grandes corrientes de agua. A todo esto se debe añadir la accion nunca interrumpida de la causa ígnea, ya en la cuenca de los mares, ya en la tierra seca. En el conjunto de todas estas causas, se debe buscar la razon de los fenómenos geológicos, y especialmente la de la desaparicion de los animales perdidos, que no son evidentemente víctimas de destrucciones minerales.

En efecto, lo que es cierto para los vegetales terrestres, no lo es menos para los animales marinos. Estos últimos estan representados en todos los depósitos marinos y de mezcla, y por lo general estos depósitos no estan formados en su mayor parte, sino de sus restos. No sabemos que se haya negado este hecho bastante patente; solamente se habia creido ver algunas veces, al pasar de un terreno á otro, un cambio súbito y absoluto de géneros y de especies, que varios geólogos interpretaban por creaciones nuevas venidas despues de destrucciones generales, y se citaba como línea de separacion clara y marcada en los terrenos primarios, el paso de las capas silurianas al antiguo gres rojo, y del antiguo gres rojo al sistema carbonífero; y en los terrenos secundarios, el del sistema jurásico al cretáceo y del cretáceo á los terrenos terciarios.

Pero desde hace mucho tiempo los conquiliólogos saben, que los terrenos esquistosos y carboníferos contienen muchos fósiles marinos idénticos. Han encontrado en la caliza de montaña cierto número de especies de las formaciones inferiores; por otra parte, el antiguo gres rojo presenta un gran número de políperos y de moluscos idénticos con los moluscos y los políperos silurianos. Deshayes, que ha propuesto separar los terrenos primarios ó de transicion en dos sistemas, reconoce sin embargo para cada uno de ellos especies comunes; recononoce igualmente que cierto número de especies son comunes á sus dos sistemas y al terreno carbonífero.

Por su parte Agassiz, partidario como Deshayes de las revoluciones del globo, ha demostrado la identidad de una especie de pez, el *onchus Murchisonii*, en

las capas silurianas de las rocas de Ludlow y en antiguo gres rojo de Inglaterra, y la de otra especie de la misma familia, el *gyrolepis maximus*, del antiguo gres rojo y el muschelkalk de Lorena, cerca de Luneville. En fin existen asimismo varias especies de crinoides comunes á la caliza carbonífera y á los terrenos inferiores. Descubrimientos análogos impiden establecer entre los terrenos jurásicos y cretáceos una separacion fundada en caracteres paleontológicos. Se han observado en varias localidades especies que pasan de los unos á los otros; pero las capas neocomianas de Neufchatel parecen ser las mas curiosas bajo este aspecto y formar hasta ahora la mejor transicion entre el Jura superior y las formaciones cretáceas. Dichas capas han presentado á Voltz doce fósiles exclusivamente jurásicos, cuatro de los cuales se habian encontrado ya en terrenos jurásicos y cretáceos y siete les son propios y pueden servir para caracterizarlas.

El contraste tan palpable de la formacion de la creta blanca, con nuestros terrenos terciarios, parecia ofrecer mas dificultades; aquí todo era diferente de una parte y de otra, la naturaleza de las rocas, y el género y la especie de los fósiles; y estas diferencias se observaban en una extension de 500 leguas; porque yendo desde el Nor-Oeste al Sud-Este, se encuentra la creta desde el Norte de Irlanda hasta la Crimea, y en la direccion opuesta, desde el Mediodía de Suecia hasta el Sur de Burdeos, aun cuando no se halle esparcida uniformente en toda esta extensa superficie. Sin embargo, no se tardó en advertir que la creta blanca habia sido depositada en alta mar, y los terrenos terciarios cerca de las riberas; que en tal caso se debia encontrar entre los fósiles cretáceos y los de los terrenos superiores, tanta diferencia como existe entre nuestras especies pelagianas y las que viven en las orillas de los Océanos, y que por consiguiente, no era comparando los fósiles terciarios con los de la creta de Meudon ó de Sussex, sino mas bien con los de los depósitos litorales, paralelos á la creta y de la misma edad que ella, como se podrian formar conclusiones de algun valor acerca de si la serie animal habria sido rota bruscamente y de una manera general por la catástrofe que habia separado una parte de las aguas del mar, despues del depósito de la creta blanca. Las investigaciones se hicieron en esta buena direccion, y el problema fue bien pronto resuelto. Muchos géneros comunes á los depósitos cretáceos y terciarios, se han señalado en una caliza de Faxœ en Dinamarca, y de Maestricht. En estos últimos tiempos, Dufrenoy ha demostrado en el terreno cretáceo de los Pirineos, la existencia de mas de cuarenta fósiles, que aun no se habian encontrado sino en capas terciarias. Aunque esparcidos en toda la altura del sistema cretáceo, son mucho mas abundantes en las capas superiores, y parecen formar una última hilada de este terreno. Por su parte Elías de Beaumont ha demostrado contra Deshayes, que habia mezcla de conchas cretáceas y terciarias en los Alpes. Segun Ehrenberg, existen tambien varias especies de infusorios, comunes á la creta de Europa y á los terrenos terciarios de América. Asi se han encontrado distintamente en un yacimiento de Spenser en Massachusets, la *rotalia globulosa*, animal marino y calizo, característico de la creta blanca del Mediodía de Europa; hay tambien, en gran número, infusorios que pasan idénticamente de la creta hasta la naturaleza viva. Cuarenta especies de este grupo de animales, son comunes á nuestra época y á las de la creta; entre este número varias viven en el Báltico y en el mar del Norte, y son fósiles en Africa. Ehremberg ha descubierto en un fango reciente del mar de las costas de Suecia, veintiuna especies vivas, cuyas testas silíceas no se conocian mas que en estado fósil en las margas cretáceas de Cattanisetta en Sicilia, y de Oran en Africa. Igualmente se ha demostrado la presencia en dicho punto y en estado vivo de la *grammatophora africana*, que no se conocia aun sino fósil en los mares de Oran. Otras viven en América y son fósiles en la Grecia. Asi las margas de la Grecia han presentado la *grammatophora Oceánica*, que viene de Callao al Perú.

«Es un hecho muy notable, dice Humboldt, encontrar entre los animales marinos de nuestra época, seres esparcidos en Europa y en Africa, en una formacion cretácea anterior al terreno terciario, en el cual se creia encontrar la aurora, las primeras señales de la vida actual; los tipos de las formas orgánicas que han sobrevivido á las revoluciones del globo, han nacido mas tarde.»

En efecto, este hecho muy notable, destruye las hipótesis de las revoluciones del globo.

Estas pequeñas especies marinas no son las únicas que enlazan á grandes distancias los tiempos antiguos con los presentes, y las formas muertas con las vivas. Desde las primeras hiladas de los terrenos terciarios, encontramos una multitud de moluscos que pueblan todavía hoy los mares de Europa y los de otros continentes, y cuya identidad ha sido reconocida por Deshayes mismo. Asi las existencias pasadas se encadenan á las existencias actuales, por nudos que ninguna catástrofe general ha roto jamás.

La tabla siguiente probará de nuevo que han existido siempre animales marinos, demostrando en todos los grados de la serie de los terrenos, las especies que acaban en un terreno han sido contemporáneas de las que se continúan y se prosiguen en un terreno superior. ¿Se dirá que las mismas especies han podido ser creadas varias veces, y que asi no podemos asegurarnos de su contemporaneidad por el medio que indicamos? Semejante suposicion sale de la vía positiva para entrar en la hipótesis; y aun cuando no se encontraran mas que algunas especies idénticas ó análogas, la suposicion que creara estas especies varias veces, seria contraria á la razon para cualquiera que conociera las leyes armónicas de los seres. Pero si se considera que estas creaciones de las mismas especies se han renovado, con conocimiento del hombre algunos miles de veces en los dos reinos, se convendrá en que esta suposicion es no solo una idea mas ó menos paradógica, sino una imposibilidad inadmisible, tanto para los que reconocen un creador, como para los que han abrazado la idea panteista de las transformaciones sucesivas de las especies y de los seres.

No citaremos mas que uno ó dos fósiles por cada punto de la serie, y haremos observar que no se debe prestar una ciega confianza á todas las determinaciones específicas de los paleontólogos; ya hemos dado los motivos.

Los lectores, pues, que tuviesen razones para desechar algunas, podran recordar que en vez de presentarles treinta ejemplos para economizarles tiempo, podríamos ofrecerles mas de mil.

1.° *En los radiados*; *Cyathocrinites planus* (eucrino). — Caliza carbonífera, y caliza magnesiana de Durham. — *Micraster Bufo* (equinido, agass), creta cloritosa; vacas negras, creta tobácea; en Rouen, y creta blanca.

2.° *Infusorios.* — *Rotolia globulosa*, creta blanca del Mediodía de Europa, y terreno terciario de Massachusets, en América. — *Grammatophora Africana*, fósil en las margas cretáceas de Oran, habita las costas de Suecia.

3.° *Moluscos.* — *Pentomerus levis* (Sow.), capas silurianas inferiores, rocas de Hordezley y de las colinas de Mey; caliza carbonífera de Novogorod. — *Terebratula gryphœus*, capas silurianas superiores, rocas de Ludlow; caliza de transicion de Gotland; Grauwacke, cerca de Colonia; caliza carbonífera, Herfordshire. — *Terebratula cassidea*, Grauwacke, cerca de Colonia; Pechstein, cerca de Salza. — *Tere-*

bratula substriata, Muschelkalke de Tarnowitz, y en el Jura superior en muchos puntos.— *Terebratula biplicata*; Jura mediano, superior, y en el gres verde y la marga cretácea.— *Terebratula lacunosa*, en la Dolomia (magnesian limestone), del Yorkshire, y en el Jura superior de Alemania. Hay aun terebrátulas vivas.

Belemnitas en los micasquistos, en los terrenos secundarios y en los terciarios. Hay dos especies de nautilos vivos y una gran cantidad de fósiles en todos los terrenos, desde los mas antiguos hasta los mas modernos.

Entre los moluscos cefalideos ó univalvos, no hay un género lineano bien marcado, que no sea fósil y vivo aun tiempo; y este hecho general abraza todos los terrenos.

Pero lo que hay de notable, es que los moluscos terrestres y de agua dulce, se hallan en su mayor parte vivos y fósiles en todas las formaciones de agua dulce.

4.° *Articulados*. Los trilobitos se encuentran en los terrenos mas inferiores de transicion, en los esquistos pizarrosos. Los articulados marinos se encuentran en la mayor parte de los terrenos.

Se han citado vestigios de alas de mariposa, é impresiones de escarabajos en las pizarras aluminosas, primarias, de las minas de Andarum, en la provincia de Scania. El depósito hullífero de Coalbrookdale, en el Northumberland, ha presentado arácnidos é insectos de varios órdenes; y los esquistos arcillosos que acompañan á la hulla, cerca de Radmitz en Bohemia, dos especies de arácnidos. En la oolita media, la caliza litográfica de Solenhofen, en Baviera, envuelve arácnidos y abunda en insectos de todos los órdenes.

El depósito de *cornbrash* y del *forest-marble*, entre las oolitas inferiores y medias, ha presentado arácnidos y coleópteros.

Las arcillas inferiores del terreno terciario, son, entre todos los terrenos antiguos, las mas ricas en insectos y en arácnidos.

Los depósitos yesosos contienen arácnidos é insectos de todos los géneros.

El *iulus terrestris* se encuentra vivo y fósil en el sucino de los lignitos de Prusia.

El *trombidium aquaticum* (arácnido), vivo y fósil en el sucino de las cercanías de Dantzik; el *phalangium opilio*, el *phalangium cancroides*, vivos y fósiles en el sucino de los lignitos de Prusia.

La *acheta campestris* (exápodo), vivo y fósil en las margas del yeso.

Ha habido, pues, articulados acuáticos y terrestres en todas las épocas geológicas, asi como moluscos marinos, de agua dulce y terrestres.

5.° *Peces*. El *gyrolopis maximus*, se encuentra en el viejo gres rojo y en el muschelkalk de la Lorena, cerca de Luneville. El *gyracantus formosus*, en el depósito inferior de la caliza carbonífera de Burdiehouse en Escocia; abunda en el terreno hullífero de Dudley, etc.

Se encuentran ademas capas de peces en muchos terrenos; y hemos visto las razones de estas capas.

6.° *Reptiles*. Algunos pterodáctilos y restos de saurios, que parecen aproximarse á los gariales, se presentan en la caliza de Burdiehouse, cerca de Edimburgo, bajo la caliza de montaña, en la parte superior del antiguo gres rojo. No hablamos de las impresiones dudosas de piés, observadas en estos gres, y atribuidas por unos á tortugas ó saurios, por otros á mamíferos, y aun al hombre.

Aparecen despues los numerosos reptiles de embocadura del Zechstein, del Muschelkalk y del lias; tambien se encuentran, aunque en menor número, en el keuper y en los diferentes depósitos del sistema jurásico. En Stonesfield, el depósito del cornbrash y del *forest-marble*, ademas de los arácnidos y de los coleópteros, contenia las dos célebres mandíbulas que Cuvier, Broderip, Agassiz, Valenciennes, Duméril, Owen y todos los naturalistas ingleses refieren á mamíferos terrestres, y que Blainville se inclina á considerar como pertenecientes á reptiles.

El Weald posee saurios, cocodrilos, tortugas de agua dulce, aves y quizá tambien mamíferos terrestres.

La creta inferior ó cloritada, contiene ictiosauros, la creta media ó tobácea, ictiosauros y gaviales; la creta superior ó blanca, dientes de cocodrilo.

La caliza pisolítica de Maudon, los depósitos que le son paralelos, las arcillas que suceden, contienen tortugas de agua dulce, y una sirena.

La caliza grosera de París y el London-clay, tienen cocodrilos; estos son batracios, tortugas de agua dulce y terrestres, se encuentran en los depósitos yesosos y en las arenas fluvio-marinas de Montabuzard, cerca de Orleans, perteneciente al grupo sub-apenino.

7.° *Aves* y *mamíferos*. Puesto que ha habido siempre un suelo que ha salido de las aguas, y sobre este suelo vegetales, es ya mas que probable que estos vegetales hayan servido siempre de base á especies animales, ya sean de tierra, ya de agua dulce. Sin embargo los restos de animales puramente terrestres, son raros en los antiguos terrenos, ya sea que no hayan sido arrastrados por las aguas corrientes, ya que los puntos salidos del agua en Europa, único terreno que se ha estudiado bien, estuvieran aun desiertos é inabordables, para los mamíferos terrestres, en la capa en que estos terrenos han sido formados; ya que los cadáveres hayan sido completamente destruidos por la carbonizacion, la bituminizacion ú otras causas.

Los primeros indicios de mamíferos que se han citado y que no estan enteramente fuera de duda, son los mamíferos de la oolita de Stonesfield; las impresiones del antiguo gres rojo, las huellas numerosas de piés de cuadrúpedos en los gres de Inglaterra, á mas de cincuenta piés bajo la superficie.

Hugy, Gressly y Duvernoy, reconocieron varios paquidermos en la roca compacta del Portlandiano de Soleura, que pertenece á la oolita superior.

El Weald encierra aves y quizá tambien mamíferos terrestres con reptiles.

Llegamos á los terrenos terciarios, que segun Cuvier, Beaumont y Deshayes, debieron ser teatro de las irrupciones generales de los mares. Aquí todos los depósitos, sin excepcion, contienen animales terrestres y de agua dulce, que se siguen en dos líneas paralelas, desde las conchas mas profundas hasta las mas superficiales, y en toda esta serie los restos de animales pertenecen á especies vivas ó análogas, y las especies perdidas son en menor número.

En los terrenos terciarios inferiores, se encuentran dientes de carniceros tales como paleocion, coati y otros géneros. En las arcillas, con reptiles, se encuentran aves, paleoterios, queropotamos, rinocerontes, mastodontes, lamantinos, etc.

La caliza grosera de París y el London-clay con cocodrilos presentan dientes de didelfos, huesos de lofiodontes, de hiracoterios, dientes de queirópteros y de monos, etc.

En los terrenos terciarios medios, los depósitos yesosos contienen edentados, rumiantes, paquidermos, gravigrados, roedores, carniceros, cuadrumanos.

El *desman de los Pirineos*, aun vivo, es fósil en los depósitos de Sausan, asi como el topo ordinario.

El *vespertilio serotinus*, el *vespertilio murinus*, especies vivas, son fósiles en el yeso de Montmartre y los esquistos de Œningen.

El *mastodonte* de dientes estrechos se encuentra en los yesos del Val d'Arno, y las turquesas de Simone, y cerca de Auch en el Gers, en una arena de Chavilly.

El buey y el rengífero se encuentran en el Val d'Arno.

En los terrenos terciarios superiores el *mastodonte* de dientes estrechos en las arenas de Montabuzard. Los gres marinos superiores contienen huesos de lamantino, de dinoterio, de topo, de erizo, de musaraña, las capas paralelas al silex lacustral de París contienen dinoterios, rinocerontes y mastodontes de dientes estrechos. Los terrenos sub-apeninos, de que forman parte las arenas fluvio-marinas de Montabuzard y de Montpellier, contienen lamantinos, tapiros, caballos, paleoterios, lofiodontes, mastodontes.

En fin, nadie ignora que los terrenos mas recientes, tales como ciertos lechos de conchas, de arena y de arcilla, las cavernas de osamentas y los depósitos que se hallan aun en formaciones, abundan en animales de agua dulce y terrenos de toda clase y de todo género; en ellos se encuentra un gran número de las mismas especies que en los terrenos terciarios y tambien muchas especies vivas.

Resulta de estos hechos que ha habido siempre sobre la tierra vegetales y animales terrestres y fluviátiles, como ha habido animales marinos. Hay, pues, incompatibilidad entre los hechos y la opinion de los que, en ciertas épocas, hacen perecer en masa á todos los seres, por cambios generales acaecidos sucesivamente, ya sea en la atmósfera, ya en la posicion de los mares, y por modificaciones profundas y siempre nuevas, que la organizacion general del globo habria sufrido hasta el momento de la venida del hombre á la tierra.

Pero donde esta opinion parece sobre todo errónea, es en sus relaciones con nuestros terrenos terciarios, cuando está tan bien demostrado por los fósiles que desde el tiempo en que han empezado á depositarse, hasta el tiempo en que estamos, las plantas, los insectos, los moluscos terrestres y fluviátiles, los reptiles, los mamíferos y los animales marinos, han persistido sin interrupcion.

Las divisiones establecidas en estos terrenos por Cuvier, Beaumont y Deshayes, no pueden, pues, ser consideradas como correspondientes á períodos de tranquilidad intermedios entre dos épocas de alteracion, que hubieran destruido por una catástrofe las generaciones características de cada período anterior, puesto que estas generaciones pretendidas características no lo son realmente, en vista de que estan asociadas á especies vivas.

Ya hemos hablado de la division periódica de Jorge Cuvier. Deshayes divide los mismos terrenos terciarios en tres grupos, fundándose en el número de especies fósiles análogas á las vivas que encierra cada uno de estos grupos; pero se ve obligado á convenir que trece especies de conchas, por lo menos, son comunes á estos tres grupos. Ahora bien, hay doce mas de las necesarias para combatir su hipótesis, puesto que una sola; comun á todos los grupos, basta para establecer la contemporaneidad.

Beaumont funda en los restos de los grandes mamíferos, la division que se propone hacer á su vez de estos mismos terrenos en tres depósitos. El primero, caracterizado por los *paleoterios*, se extiende hasta las margas superiores al yeso; el segundo que distinguen los mastodonte, comprende los gres de Fontainebleau, el terreno de agua dulce superior, los faluns de la Turena, las molasas de la Suiza; el tercero está formado del terreno marino superior de Montpellier, de las colinas sub-apeninas, del crag de Suffolk; los elefantes le caracterizan. Estos períodos son tan arbitrarios como los de Cuvier y Deshayes, con los cuales corresponden poco mas ó menos, aunque no se consideren mas que les géneros con que Beaumont ha querido caracterizarlos; estos géneros pasan del uno al otro. En los faluns del Loira y en la caliza en morrillos de Montpellier, los huesos de paleoterios estan reunidos á los huesos de los mastodontes y de los hipopótamos, y en el Plaisantin, se agregan á ellos huesos de elefantes. Se citan brechas fluviátiles ferruginosas de Wurtemberg donde estan mezclados los huesos de estos tres períodos.

Tenemos la prueba de que pueden verificarse grandes cambios en la superficie de la tierra, sin producir los efectos que se ha creido poder explicar por catástrofes. Asi la accion de la causa que ha dado á nuestros continentes su relieve actual, que ha recortado nuestros terrenos terciarios, roto nuestras mesetas, abierto nuestras cuencas de agua dulce, etc., no ha hecho desaparecer las especies contemporáneas, puesto que en las últimas capas marinas terciarias, formadas posteriormente á la accion de esta causa, en Sicilia, en Francia, y en todo el contorno de nuestros mares, los moluscos marinos fósiles se mezclan en multitud á los moluscos vivos, como los cuadrúpedos vivos se hallan asociados en las cavernas de osamentas, en el aluvion, y hasta en las hornagueras, á especies de cuadrúpedos extinguidas.

El hombre mismo va acompañado de especies perdidas en las cavernas de osamentas del Brasil, como en las de Francia, de Inglaterra y de Bélgica; sus restos ó productos de su industria han sido observados en los depósitos marinos en Suecia, en Italia, y en diferentes puntos de la América septentrional, en la Guadalupe, en Santo Domingo, en la isla de San Lorenzo. En el país de Lieja sus osamentas estan mezcladas con restos de peces, y las cavernas que las contienen estan colocadas á 80 piés sobre las aguas de los valles. Despues de la formacion de las capas donde se encuentra el hombre, la tierra ha sufrido pues cambios considerables. Los valles han sido socavados mas profundamente, ha habido cuencas vacías, y el hombre existia en Europa y en América, antes que nuestro continente y las islas que hemos citado hubiesen recibido toda su forma actual, antes de haber quedado todo en seco.

La desecacion de todos los antiguos lagos, la de todos los rios y sus afluentes, han hecho perecer inevitablemente una gran parte de los animales, y quizá tambien de los vegetales que se desarrollaban en sus cuencas ó en sus embocaduras, tales como los hipopótamos, los cocodrilos, los ictiosauros, los pterodactilos, los plesiosauros, los dinoterios, etc., ó que vivian en sus orillas, como los elefantes, los rinocerontes, los paleoterios, los lofiodontes, los anoploterios, etc. La observacion demuestra que ha habido varias veces traslacion de una parte de las aguas del mar; este acontecimiento ha podido ocasionar la muerte de algunas de las especies marinas que se adhieren á las masas minerales. Las variaciones sucesivas de temperatura local no habran tenido menos accion sobre los dos reinos; hemos visto que todas las circunstancias del yacimiento de los peces en los depósitos que contienen mayor ó menor número de ellos, tienden á hacer creer que han perecido por emanaciones volcánicas. Todas estas causas, aunque la accion de cada una no sea cuotidiana, pertenecen al órden presente de la naturaleza.

Si como es cierto, todo en la ciencia tiende á probar que el hombre es tan antiguo en la tierra como las demás partes de la creacion, el desarrollo sucesivo del género humano sobre todos los puntos del globo, los cambios que ha verificado en él, la roturacion del suelo, la desecacion de los pantanos, la guerra continua que hace á los animales, han preparado sin duda el aminoramiento de una multitud de especies, reduciéndolas á un corto número de individuos que el menor accidente puede hacer desaparecer. El dronte es una prueba y un ejemplo: esta voluminosa ave no existia, segun parece, mas que en la isla Mauricio; en poco tiempo fue destruida por los navegantes holandeses que la buscaban por su carne y su grasa. El

alce, el auroc, el bisonte, comunes en otro tiempo en Europa, no se presentan en ella sino como un fenómeno; las especies del género *felis*, el leon, el tigre, etc., tan numerosos en Africa, en Asia, y en todo el periplo del Mediterráneo, en tiempo de los romanos, se han hecho muy raros desde las cazas que aquellos pueblos les dieron. ¿Cuántas especies han sido debilitadas ó destruidas por la caida de los bosques? Donde quiera que el hombre establece su morada, los animales dañinos desaparecen poco á poco; si se fija en los valles, los paquidermos salen de ellos, y no encontrando en los sitios elevados los mismos medios de existencia, sus razas disminuyen y se extinguen prontamente.

Los animales son tambien unos respecto á otros causa de destruccion; las nuevas especies que el hombre ha introducido en América, han aminorado considerablemente las especies indígenas. La multiplicacion que el buey adquiere allí cada dia, ha hecho desaparecer casi enteramente al tapir. Habriamos perdido el tipo de muchos animales domésticos, á no ser por los que nuestros cuidados han conservado, ya porque unos jamás hubieran podido existir en estado salvaje, ya porque los otros hubieran encontrado en él circunstancias demasiado desfavorables. Los animales que tienen poca defensa, como los edentados, y los que no emigran sino dificilmente, como los paquidermos, y en general las especies de grande estatura, han perecido antes que los otros mejor protegidos ó mejor hechos para vivir bajo influencias y en medios mas diferentes. Las especies fósiles de la clase de los mamíferos, dice Blainville, han desaparecido las primeras, como especies mayores en general, asi como está en camino de suceder á nuestra vista con las especies aun existentes. Su aniquilamiento no supone revolucion alguna, ni cambio alguno en las condiciones generales de la vida sobre la tierra.

Resúmen.

El suelo sedimentario se compone de muchos depósitos que se han cubierto sucesivamente, y que son debidos á causas diferentes, distintas, pero idénticas con las que obran aun en este momento, puesto que los efectos de las unas son perfectamente análogos á los efectos de las otras.

Todas las masas que forman el suelo han estado bajo las aguas; despues han salido de ellas, todas son productos de las aguas, y cuando se conoce la manera de obrar de los rios, de los mares, de los lagos, de las fuentes, se puede hacer *á priori* la historia general de las formaciones de todas las edades.

Las formaciones de nuestro sistema acuoso, son de tres clases: marinas, fluviátiles, lacustrales. Los mares, los rios, los lagos, han producido tambien las formaciones de todas las épocas anteriores á la nuestra; asi pues, en todas las épocas existe el mismo sistema, las mismas causas, y la misma organizacion general del globo. El curso de las aguas de las partes altas hácia las partes bajas, es un hecho de todos los tiempos que se continúa á nuestra vista.

Sabemos que en la actualidad las formaciones marinas, se dividen en litorales y pelagianas; las formaciones fluviátiles en aluviales, y de embocadura ó fluvio-marinas; sabemos que los efectos de la causa marina y de la causa fluviátil, son simultáneos en unos puntos y alternativos en otros; que se producen efectos diferentes al mismo tiempo, y efectos semejantes en tiempos diferentes; ahora bien, los terrenos de todas las épocas presentan combinaciones y divisiones perfectamente análogas; asi pues, las causas han obrado del mismo modo en todas las épocas; respecto á la naturaleza de las rocas, la historia de la causa acuosa para los tiempos pasados, como para los tiempos presentes, puede reducirse á cuatro palabras: calizas, arenas ó gres, arcillas, materias carbonosas; en todas las épocas antiguas, como en la época actual, las calizas son en general marinas, y las otras rocas de agua dulce ó mixtas.

La misma analogía existe entre la fauna y la flora actuales, y la de todos los terrenos vegetales, terrestres, fluviátiles ó de embocadura, y marinos; animales terrestres, de agua dulce, de embocadura, marinos, litorales, y pelagianos. En todas las épocas, ha existido pues, la misma reparticion general de los seres organizados.

No hay fosilizacion sino por las aguas y bajo las aguas. Los seres no han sido sepultados vivos, en su propia morada ó en los lugares que habitaban; han sido arrastrados despues de la muerte, y transportados por las aguas corrientes á distancias mayores ó menores; han podido ser traidos de lejos como de cerca. Esta es la ley, que tiene pocas excepciones, y son explicables; la misma ley con las mismas excepciones, se verifica cada dia á nuestra vista.

Los animales y los vegetales fósiles, son pues, muy raros, si se les compara con los que han podido convertirse en tales. No tenemos en este estado mas que algunos de los seres que vivian, ya en las embocaduras de los rios, ya en las orillas de los lagos, ya en la inmediacion de las corrientes. Los antiguos fósiles, no nos dan pues, una idea aproximada de la fauna y de la flora de los tiempos que nos han precedido. Lo mismo sucede con los seres que viven en este momento; la inmensa mayoría muere sin dejar vestigios de su existencia, y si los hombres descubren un dia aquellos cuyos restos son arrastrados por nuestras corrientes y envueltos en sus depósitos, deberan creer que son individual y específicamente menos numerosos sin comparacion, que los que viviendo en la misma época, no se han encontrado en circunstancias bastante favorables para convertirse en fósiles.

Hé aquí, pues, entre los fenómenos antiguos y los fenómenos actuales, una conexion observada solamente desde hace un corto número de años, y demostrada ya suficientemente, sino abrazada por completo en todos sus detalles; una conexion que se revela con evidencia cada vez mas irresistible, á medida que los terrenos son mejor estudiados, y que se acumulan las observaciones sobre las costumbres y hábitos de los seres, y sobre la manera de obrar de las corrientes del mar en medio de su cuenca y cerca de sus orillas.

Puesto que esto se halla demostrado respecto de los depósitos acuosos ó neptunianos, es preciso ver si es lo mismo para los productos ígneos ó plutonianos.

CAPITULO XII.

CAUSAS IGNEAS ANTIGUAS Y ACTUALES.

Despues de haber demostrado la continuidad de los efectos de las causas acuosas, desde los tiempos mas antiguos hasta nosotros; la analogía de las causas acuosas antiguas y de las causas acuosas actuales; y despues de haber probado por este medio que los sistemas de revoluciones por causas desconocidas é insólitas son inadmisibles, réstanos demostrar la continuidad de los efectos de las causas ígneas, desde los tiempos antiguos hasta nosotros, el encadenamiento de las causas ígneas antiguas y de las causas ígneas actuales, á fin de responder á las hipótesis de revoluciones basadas en la exageracion de los fenómenos plutonianos.

Las montañas son en gran parte las que han dado lugar á las hipótesis de las revoluciones plutonianas; se ha querido que hayan sido todas formadas por los esfuerzos del fuego central para elevar la costra sólida del globo; se ha llegado hasta dividir las cordilleras

de montañas en sistemas de alzamientos periódicos, por medio de los cuales se pretendia fijar la edad absoluta del globo, encontrándose asi de edad en edad hasta el principio de las operaciones ígneas, que habrian formado el núcleo primitivo del globo.

Ahora bien, el hecho es que algunas montañas no son mas que un depósito de manantiales minerales, ó un producto del trabajo de los animales marinos de trasudacion caliza.

El viento dominante de un país puede asi formar á lo largo con arenas y restos calizos, primero dunas, despues colinas separadas por valles.

Hay montanas debidas simplemente á una fuerza de cristalizacion, habiendo aglomerado ciertos suelos juntamente en el seno de un antiguo océano ó de un lago.

Ciertas montañas no son sino eminencias producidas por depósitos sucesivos del mar sobre una superficie posteriormente abandonada por este último ó elevada en masa. Otras no son sino convexidades mas elevadas de capas contorneadas y no desordenadas, y otras no son mas que masas de lavas, de productos volcánicos, etc.

Ahora bien, la cuestion del orígen de las montañas, es lo que sobre todo ha dado nacimiento á todos los sistemas propuestos, para explicar los efectos de la causa ígnea. Esta causa, en efecto, ha producido en todas épocas y produce aun, fenómenos y modificaciones de la superficie del globo, cuya continuidad podemos seguir por la observacion. A ella se deben los volcanes, los temblores de tierra, algunas alteraciones de las capas estratificadas, hundimientos y elevaciones terrestres y submarinas, desecaciones, lagos, etc.

Los fenómenos volcánicos generalmente dan orígen á elevaciones mas ó menos considerables que parecen formarse de diversas maneras.

Las unas, que consisten en especies de conos truncados, son una consecuencia simple é inmediata de las erupciones que acumulan sucesivamente los materiales arrojados por el cráter.

Otras veces, estas elevaciones, se forman de una manera casi instantánea, sin presentar esas eyaculaciones violentas y sucesivas que constituyen el cráter principal de las erupciones propiamente dichas. Asi es como, por el temblor de tierra del 29 de setiembre de 1538, se vió elevarse en los campos flegreos, el *Monte-Nuovo*, elevada colina de forma prolongada. Asi es tambien como, en Malpays, cerca del volcan de Jorullo, en Méjico, se ha elevado como una vejiga, dice Humboldt, una superficie de cerca de 7 quilómetros cuadrados, y sobre este terreno elevado han salido en 1758, millares de conos pequeños de rocas piroxénicas. Reinwardt refiere tambien que en la parte occidental de la isla de Banda, en el archipiélago de las Molucas, se encontraba una bahía, que en 1820 ha sido reemplazada por un promontorio compuesto de peñascos de basalto de un tamaño prodigioso. Este fenómeno se efectuó de una manera tan tranquila, que los habitantes no lo advirtieron sino cuando estuvo casi terminado. No se habia manifestado sino por un fuerte hervor y un calor extraordinario del agua del mar.

Muchas veces las elevaciones cónicas de las erupciones se encuentran en medio de una especie de circo ó cuenca circular, cuyos costados, generalmente escarpados, estan mas ó menos interrumpidos, de manera que en algunos puntos, como en la isla de Palma, en las Canarias, y en Barren-Island al Norte de las islas de Nicovar, la cuenca es casi completa, y no se puede penetrar en ella sino por una especie de desfiladero; mientras que en el Vesuvio la cuenca no presenta mas que una semicircunferencia, á la cual se ha dado el nombre de Somma.

Se han considerado estos restos de circo como restos de un antiguo cráter, y como los efectos del hundimiento de un gran cono de erupcion, ó bien, como masas levantadas por los primeros esfuerzos del volcan de donde provino el nombre de cráter de alzamiento que se dió á estos circos. Difícil es decidir entre estas tres opiniones.

Pero lo que hay de cierto, es que los fenómenos volcánicos hacen desaparecer por undimiento, montañas enteras, y sobre todo conos volcánicos. El volcan de Popa-dayan, en la isla de Java, se undió en 1772 con cuarenta aldeas edificadas en sus costados, siendo reemplazado por un lago de algunos quilómetros de diámetro.

Quizá se podrian citar entre los hundimientos que han sido resultado de los fenómenos volcánicos, la desaparicion de islas pequeñas que no han tenido mas que una existencia efímera. Tales han sido la isla Sabrina, en las Azores, que apareció en 1811; la isla Julia, Nerita ó Fernandina, al Sur de Sicilia, que apareció y desapareció en 1831, etc. Pero estas desapariciones son atribuidas tambien á la accion erosiva de las aguas.

Los volcanes no siempre estan en actividad, sino que tienen por el coutrario interrupciones, y cuanto mas largas son estas intermitencias, mas violentas son las erupciones; la mas violenta de las erupciones del Vesuvio es la del año 79, que destruyó las ciudades de Pompeya, Herculano y Stabia, y que se verificó en una época en que no existia recuerdo alguno de erupciones anteriores, aunque la existencia del Somma y la naturaleza de los materales que tuvieron para edificar aquellas ciudades, prueban que se habian verificado ya en aquella comarca abundantes eyaculaciones piroideas.

Considerando los fenómenos volcánicos en su mayor generalidad, dice Humboldt, reuniendo lo que ha sido observado en las diferentes partes del globo, se ve que difieren estos fenómenos aun en nuestros dias de la manera mas palpable. No son los volcanes del Mediterráneo los únicos que se han estudiado hoy con cuidado, que pueden servir de tipo al geognosta y presentarle la solucion de los grandes problemas geogónicos.

Los volcanes mas notables, en efecto, por la intensidad de sus erupciones y por la elevacion de las montañas que han formado, son los de América. Unos se extienden por la cumbre de los Andes en una linea de cerca de 1,500 miriámetros dirigida en el sentido del continente; otros forman en Méjico lineas que por el contrario atraviesan el continente de Este á Oeste.

La elevacion absoluta de las bocas ignivomas que varian desde 100 á 2,950 toesas, influye no solo en la frecuencia de las erupciones, sino tambien en la naturaleza de los masas arrojadas. Algunos volcanes no tienen mas que erupciones laterales; otras, no obran sino conmoviendo los terrenos de alrededor, fracturando las capas y cambiando la superficie del suelo. El mayor número obra bajo los mares ya levantando el suelo, ya formando un cono de lavas. Todos los volcanes ardientes y todas las cimas de Nueva España que se elevan sobre el límite de las nieves perpetuas, se encuentran en una zona estrecha que es perpendicular á la gran cordillera de las montañas. Es, dice Humboldt, como un barranco de 130 leguas de largo, que se extiende desde las costas del Océano Atlántico, hasta las del mar del Sur, y que parece prolongarse aun 120 leguas mas lejos, hácia el archipiélago de Revillagigedo, cubierto de esquistos porosos.

Estas líneas de volcanes, estos alzamientos al través de las hendiduras continuas, estos ruidos subterráneos que se hacen oir en medio de un terreno de esquistos y de transicion, recuerdan en las fuerzas aun activas del Nuevo Mundo lo que ha pasado en otro tiempo. Algunas veces la tierra se abre en las llanuras, y se ven salir corrientes de lavas que se cruzan,

se rechazan y se sobreponen, ó conos pequeños de una materia cenagosa que parece haber sido un traquito poroso. Se cuentan próximamamante 205 volcanes ardíentes en el globo, de los cuales 107 estan en islas, y 98 en los continentes; pero en general á corta distancia de los mares; probablemente existen mayor número submarinos, y se encuentran muchos mas apagados.

Los temblores de tierra acompañan con frecuencia á las erupciones volcánicas; así la mayor parte de los geólogos han creido que existian muchas relaciones entre estos dos fenómenos y que eran producidos por las mismas causas. Sin embargo Boussingault, fundado en varias observaciones, atribuye los temblores de tierra á la compresion que se verifica en las capas de la corteza del globo; los hechos en que se apoya son, el hundimiento sucesivo de las montañas.

Cuando Bouguer, Godin, y Lacondamine, se trasladaron hace un siglo á Quito, para llevar á cabo trabajos relativos á la determinacion de la figura de la tierra, sus operaciones en la estacion de Guagapichischa, eran estorbados por la nieve, sin embargo, mucho tiempo despues dejó de observarse nieve en aquel pico. Es tambien una opinion generalmente recibida en Popayan, dice Boussingault, que el límite inferior de las nieves que cubren el volcan de Purace, se eleva gradualmente; ahora bien, esta elevacion no ha podido ser ocasionada sino por dos razones, ó porque la temperatura media de la comarca se ha aumentado, ó bien porque la montaña ha descendido, y sin embargo no hay razon alguna para admitir un aumento en la temperatura de esta comarca, y las observaciones hechas por Boussingault, así como las de Caldas treinta años antes dan los mismos resultados. Por otra parte todas las medidas que Boussingault ha tomado en los Andes, anuncian alturas menores que las que habian encontrado treinta años antes Caldas y Humboldt. Falta saber si el descenso de estas alturas no es debido á la influencia de las causas meteóricas.

Otros, y principalmente Beaumont han admitido un alzamiento lento de las montañas. En las costas de Botnia, en Suecia, es especialmente donde se han hecho las observaciones que han conducido á admitir la existencia de los alzamientos lentos.

Como quiera que sea no es menos cierto que se verifican tambien frecuentemente hundimientos súbitos en las montañas. Diferentes causas pueden ocasionarlos; así en las montañas elevadas algunas capas descansan en vago, el equilibrio se pierde, se invierten, y la que formaba la parte superior se convierte entonces en parte inferior; estos trastornos causados por falsas direcciones parecen muy frecuentes en las Cordilleras de los Andes, y á fenomenos de este género se atribuyen comunmente los numerosos terremotos que se hacen sentir. Otras veces la compresion de los materiales de las capas produce contracciones que pueden dar lugar á los temblores; pero en un gran número de casos tambien la causa ígnea es el agente principal de los temblores de tierra, de las dislocaciones, de los hundimientos y alzamientos que son su consecuencia. El lazo que une los efectos de estas diferentes causas, nos los hace reunir bajo un mismo título con los volcanes.

Algunas veces el mismo temblor de tierra se prolonga á distancias inmensas y agita una superficie considerable; así el del 17 de junio de 1826, se hizo sentir, dice Boussingault en toda la Nueva Granada, es decir, en una superficie de mas de 6,000 miriámetros cuadrados. Muchas veces tambien corren bajo la cuenca de los mares, de un continente á otro. Se propagan á distancias increibles, siguiendo con preferencia la direccion de las cordilleras de montañas. El terremoto que destruyó á Caracas en 1812, ejerció su accion en el sentido de la Cordillera oriental de los Andes, derribando como castillos de naipes todas las poblaciones situadas en aquella direccion. Otras veces las sacudidas se concentran en un espacio muy limitado.

Los temblores de tierra aunque menos temibles en apariencia que los volcanes, son sin embargo mas desastrosos y extiende su accion en mayor escala. Abren el suelo en diferentes sentidos, desecan los lagos, detienen los rios en su curso, cambian las cuencas de los mares y hunden montañas para hacer salir otras en su sitio.

Ahora bien, estos grandes fenómenos son mucho mas frecuentes de lo que generalmente se cree. En 1819, un violento temblor de tierra se hizo sentir en las bocas del Indo. La sacudida se propagó en el interior hasta Ahmedabad; varias poblaciones fueron arruinadas, el fuerte de Sindree y el país circunvecino descendieron en una extension de cerca de 12 leguas de longitud y 7 de anchura, y fueron sumergidos por una irrupcion del mar. Los temblores de tierra análogos al anterior son muy frecuentes. Recordemos solamente el hundimento de la costa de Africa en el Perú, durante el temblor de tierra de 1833; la subversion de la ciudad de Tomboro en Java en 1815; la formacion de los lagos del valle del Mississipi, en las cercanías de Nueva Madrid en 1811; la destruccion de Lima, y de una parte de la costa y ciudad de Callao en 1746; el temblor de tierra de Santo Domingo en 1751, causó en la costa un hundimiento de mas de 20 leguas de longitud; en 1755, el famoso temblor de tierra de Lisboa sumergió las aguas, el muelle, los navios y un gran número de víctimas; en 1762, ocurrieron terribles inundaciones en Bengala á consecuencia del temblor de tierra de Chittagang; el temblor de tierra de la Calabria en 1783, fue acompañado de la formacion de unos cincuenta lagos nuevos, no contando los abismos mas estrechos llenos de agua. En la misma época el Hecla hizo sentir tambien grandes sacudidas, y se vió salir de en medio de las aguas una nueva isla en las costas de Islandia. En 1751, en el mes de julio, una montaña se hundió en la Saboya, hácia la parte de Sallenche y causó estragos.

En 1782, huvo en las costas de Formosa, violentas contracciones submarinas. Las olas se alzaron con tanta violencia que atravesaron casi toda la isla.

En 1721, los fuegos submarinos elevaron, cerca de las Azores una isla de donde salian llamas.

En 1720, hubo violentos temblores de tierra en Tercera. Durante este tiempo, se vieron á cierta distancia, salir del seno de las aguas varias rocas cubiertas de piedras pomez, y de ellas partian torrentes de fuego. Estos fenómenos se han repetido con frecuencia en Tercera y en las Azores.

En 1714, la montaña de Diableret, en el Valés, se hundió súbitamente y de una vez.

Los observadores mencionan un gran número de montañas que se han desmoronado y hundido de esta manera. En 1680, el hundimiento de una montaña sobre cavernas llenas de agua, causó una gran inundacion en Irlanda.

En 1678, hubo una semejante en Gascuña, causada por el hundimiento de una parte de las montañas de los Pirineos.

En 1618, la ciudad de Pleurs en Valtelina, fue enterrada bajo las rocas á cuyo pié se hallaba situada.

En 1538, un temblor de tierra elevó una pequeña montaña cerca de Puzzola: se la ha llamado *monte di cinere*, montaña de ceniza, porque parecia compuesta de cenizas volcánicas.

Una erupcion anterior habia hundido, en los mismos cantones, un terreno bastante considerable, donde se habia formado el lago Lucrino. La erupcion de 1538 llenó en parte este lago de cenizas y piedras.

En 1692, hubo un violento temblor de tierra en la Jamáica, hácia la parte de Port-Royal. La ciudad fue en parte destruida é inundada por las aguas; dos gran-

des montañas se hundieron y una tercera se abrió. En la Jamáica se cree generalmente, que todas las montañas se han rebajado un poco.

En 1793, la isla de Forca fue sumergida despues de un violento temblor de tierra.

En tiempo de Séneca se vió despues de un violento temblor de tierra, salir de las ondas la isla de Terasina, hoy Santorin. Plinio refiere que poco tiempo despues salió otra isla cerca de Santorin, que ha crecido aun por erupciones posteriores; en 1707, aquella isla fue conmovida por nuevos temblores de tierra por espacio de dos meses, y aparecieron nuevas tierras á cierta distancia.

Platon refiere que el mar Egeo, Rodas, Delos y otras once islas, salieron del seno de los mares.

En las metamorfosis de Ovidio, Pitágoras refiere que cerca de Trecena, se habia elevado una montaña en medio de una llanura.

Séneca cita el temblor de tierra del monte Córico, que hizo brotar manantiales de agua desconocidos hasta entonces; la masa de agua que se formó cerca de Hidessa en Caria; la erupcion del Vesuvio que asoló la Campania y destruyó á Herculano y Pompeya; Tiro, añade, ha sido tristemente célebre por sus hundimientos; el Asia perdió de una vez doce ciudades. Este azote misterioso, que recorre el mundo, hirió el año último á la Acaya y la Macedonia, como poco ha á la Campania.

Refiere, segun Calístenes, la sumersion de Hélice y de Buris, en la Grecia, por una irrupcion del mar; la destruccion de la isla de Atalante en la época de la guerra del Peloponeso segun Tucidides; la de Sidon; la separacion del Ossa y del Olimpo, que dió orígen al valle del Peneo, hizo nacer este rio, y desecó los pantanos que hacian mal sano el aire de Tesalia; el orígen del Ladon, que corre entre Elis y Megalópolis, data asimismo de un temblor de tierra. Cita tambien el hundimiento de la ciudad de Segium, los temblores de tierra de Egipto, y de Delos; las diferentes destrucciones de Paperos, Nicópolis, de la isla de Chipre, y el descenso sucesivo del monte Gibel. Dice que el mar ha arrancado las Españas del continente africano, y que la inundacion tan celebrada por grandes poetas ha separado la Sicilia de la Italia.

Segun refiere Capitolino, hubo en tiempo de Gordiano III, un temblor de tierra tan violento que varias ciudades fueron sepultadas.

Bajo el consulado de Galiano y de Fortunato, Trebelio Pelion describe un temblor de tierra que se hizo sentir en todas las riberas del Mediterráneo y de sus golfos, en Asia menor, en Roma, en Libia; la tierra se abrió en un gran número de puntos y el agua salada saltó de estas aberturas. El mar inundó algunas ciudades.

Bajo el imperio de Trajano, dice Jifilin, se verificó el famoso temblor de tierra de Antioquía, que duró algunos dias, abatió el monte Carasso y algunas otras montañas, é hizo aparecer rios y desecarse otros.

Bajo Tiberio-Neron, Laodicea, Tiatiro y Chio experimentaron un temblor de tierra, segun refiere Suetonio.

Bajo el reinado de Antonino, ocurrió en Bitinia y en el Helesponto, un furioso temblor de tierra, dice Jifilin, que arruinó varias ciudades, y entre ellas la de Cizico.

Homero nos pinta el monte Ida, cerca de Troya, como una montaña volcánica cuyos fuegos estaban aun en actividad y cuyas sacudidas levantaban las olas del mar.

Los autores griegos y latinos hablan de un número mucho mayor de volcanes, de temblores de tierra, de islas alzadas, y de riberas invadidas por el Mediterráneo.

Así, aun en los mismos tiempos históricos, todo el periplo del Mediterráneo ha sido entregado á la causa ígnea, así como su cuenca; y al presente observamos los últimos restos.

Hoff ha calculado, segun la nota de los temblores de tierra que han acaecido durante los últimos quince años, que cada mes, por término medio, se ha producido lo menos uno. Suponiendo, lo que probablemente no es exagerado; que las circunstancias necesarias para la inundacion se presenten una vez entre ciento, se encontraria, en razon del medio anterior, que las inundaciones por hundimientos, deben repetirse en un punto ó en otro poco mas ó menos una vez cada ocho años.

Así está bien demostrado que en todas las épocas históricas, la causa ígnea, bien por los volcanes, bien por los temblores de tierra, bien por los hundimientos, ó los alzamientos de las montañas, pero mas frecuentemente por hundimientos ó dislocaciones; ya por desecaciones de lagos, de rios, de pantanos ya por irrupciones de los mares, no ha cesado jamás de modificar la superficie de la tierra en un punto ó en otro.

Los hechos que acabamos de referir y que hubiéramos podido citar en mucho mayor número, prueban que la causa ígnea ha obrado con mucha mayor energía y en escala mucho mayor en los últimos siglos antes de Jesucristo y en los primeros de nuestra era, que hoy; hasta el punto de que históricamente se podrian seguir casi paso á paso las modificaciones que han dado la configuracion actual á todas las orillas de los mares que separan la Europa del Asia y del Africa.

Pero puesto que vemos á los efectos de la causa ígnea disminuir gradualmente desde hace unos dos mil años, es racional deducir que era aun mucho mas enérgica hace tres, cuatro ó cinco mil años.

Esto es en efecto lo que ha confirmado plenamente la observacion geológica, mostrándonos los productos volcánicos en todos los terrenos.

Primeramente Boué lo ha probado por los terrenos terciarios y cretáceos de la Turquía de Europa. Los depósitos traquíticos, segun este observador, rodean ó atraviesan este inmenso golfo del Asia menor; porque en aquella época el mar Negro se extendia hasta el pié del Tauro, como lo prueban las conchas fósiles terciarias de Caraman, que Olivier compara á las de Grignon. Por lo demás, basta estudiar el relieve de aquel país, su potamografía y sus caminos en los mapas, para observar, como lo ha dicho Hanslab, que las cuencas actuales de todos los rios que desembocan en el mar Negro, desde el Sakaria al Jeschil-Ernack, formaron el fondo de un mar terciario, en el cual los terrenos antiguos sobre el mar Negro, entre Erekli y Bafra, constituyeron una isla. Posteriormente se dividió este mar en varios lagos; de aquí proviene el que el suelo terciario del Asia menor no tenga solo colinas de molassa, arcilla, y arcilla de conchas marinas, sino tambien lagos y muchos depósitos de agua dulce. Es posible tambien que el valle terciario superior del Eufrates hasta el Tauro, no haya sido mas que un golfo terciario dependiente del mar Negro, y que posteriormente, una hendidura del Tauro haya dado á sus aguas otra salida.

Siguiendo sobre el mapa los depósitos plutónicos de la Turquía, se ve que han sido vomitados, los antiguos como los modernos, sobre todo en las líneas N. S. ó N. N. O., S. S. E., lo cual indica que la accion ígnea apenas ha cambiado de lugar durante un gran transcurso de tiempo, y que solo ha modificado sus productos arrojados. Se pueden seguir estas grietas llenas de materia ígnea que se ha desbordado en diferentes puntos, ya en Grecia, en el Archipiélago y el Asia menor, ya en Hungría, en el Banato, la Transilvanía, la Iliria y la Estiria. Sin embargo, en este último país, el basalto se presenta en grandes masas, lo cual contrasta con la ausencia de esta roca en Tur-

quía. Esta última está reemplazada por mucho pórfido piroxénico, producto desconocido por lo menos en Hungría y en Estiria, y que no se encuentra mas que en el Tyrol y en los Estados Venecianos; finalmente, en el Asia menor hay verdaderos volcanes apagados desde los tiempos históricos, ó por lo menos desde épocas geológicas muy recientes.

Desde los tiempos históricos, se han secado pantanos, como en el Strimon y el Maritza, algunos rios han modificado sus lechos, y se han hecho sentir temblores de tierra que rara vez han sido tan desastrosos como en Siria y en el Asia menor. Desde el tiempo de Antígono, rey de Macedonia, el promontorio de Metana se dice que ha experimentado un alzamiento. En tiempo de Justiniano, año 551, el golfo de Corinto y la Siria sufrieron muchas sacudidas semejantes, que han continuado hasta el presente.

Asi los volcanes y los temblores de tierra que de ellos resultan, han obrado, pues, continuamente desde los terrenos cretáceo y terciario sobre toda la vertiente oriental del Mediterráneo, sobre la vertiente del Norte y en todos sus promontorios, modificando todos estos terrenos y la superficie del suelo, y estos mismos fenómenos ígneos han continuado en los tiempos históricos, y hoy vemos sus últimos restos.

Lo mismo ha sucedido en toda la vertiente meridional, hácia el Africa y el Egipto, como lo prueban los hechos geológicos y las tradiciones históricas.

Los mismos fenómenos vemos continuar todavía en Italia y en Sicilia.

Si de Europa pasamos á América, encontramos absolutamente los mismos fenómenos; primero, como hemos visto, un gran número de volcanes aun en actividad, pero tambien muchos apagados y atravesando todos los terrenos.

Pero una observacion importante que los volcanes apagados de todos los paises nos conducen á hacer, es que á medida que nos alejamos de las orillas de los mares actuales, encontramos un número mucho mayor de volcanes apagados, mientras que aproximándose á estas mismas orillas, se encuentran muchos mas volcanes en actividad, puesto que estos no existen sino en la orilla de los mares ó en las islas. Pero los volcanes apagados forman con los volcanes en actividad cadenas ó líneas volcánicas que unen los primeros á los segundos, y prueban por consiguiente, que unos y otros son los efectos de una misma causa que ha obrado continuamente en la misma direccion, retirando siempre su límite á medida que los mares retiraban el de sus orillas. Esta conclusion se hace evidente, cuando se dirige una ojeada sobre la línea de volcanes apagados que se prolonga desde Auvernia hasta el Mediterráneo.

Estos hechos nos conducen á otra consecuencia, á saber, que las aguas parecen haber sido siempre necesarias á la alimentacion de los volcanes, como parece evidente por los fenómenos de los volcanes aun en actividad.

Finalmente, una última consecuencia que resulta de estos detalles, es que la causa ígnea ha obrado en todas las épocas, por lo menos desde la formacion de los terrenos de transicion hasta el presente.

Pero hay otros hechos que conducen á la misma consecuencia. Por medio de repetidas observaciones de capas rotas, enderezadas, se han adquirido pruebas inmediatas é irrecusables de que en un gran número de puntos, la superficie del globo habia sido trastornada de diferentes maneras. Como estos accidentes son particulares á las regiones montañosas, y por otra parte no se pueden concebir sin una dislocacion del suelo que habria producido alzamientos segun unos, y hundimientos segun otros, se ha deducido que muchas montañas se habian formado por la rotura de la corteza del globo. Desde entonces se ha comprendido cómo podian encontrarse depósitos marinos á algunos miles de metros de elevacion, cuando grandes extensiones de país situadas mucho mas abajo, no presentaban indicio alguno de ellos.

Estas dislocaciones acompañadas de manantiales abundantes, como lo estan todavía hoy, cargadas de gas y de sal, dieron lugar á nuevos depósitos; el curso de los rios fue cambiado, como lo es hoy en semejantes casos; los terrenos de aluvion no fueron los mismos.

Cuando se verifican alteraciones de esta especie en un suelo ya formado; pero que permanece siempre bajo las aguas, entonces los depósitos posteriores no siguen la misma direccion ni la misma inclinacion, contrastan con los depósitos anteriores; esto es lo que se designa con el nombre de *estratificacion discordante*, mientras que cuando los estratos se suceden en la misma direccion y en la misma inclinacion, se dice que se hallan en estratificacion concordante y que son el resultado de una misma causa no alterada en la produccion sucesiva de sus efectos.

Ahora bien, se encuentran estratificaciones discordantes en todos los terrenos y particularmente en las montañas; esta es, pues, una nueva prueba de que la causa ígnea ha venido en todas las épocas á alterar el curso de la causa acuosa.

Lo que hemos dicho de los volcanes y de los temblores de tierra, conduce á suponer alzamientos y hundimientos suficientes para que el fondo del mar se convierta en un lago ó en un golfo. Que los temblores de tierra sucedan por una causa volcánica ó por la acumulacion de las capas, esto no es menos favorable á esta combinacion de los alzamientos y de los hundimientos.

Se cree haber observado alzamientos lentos en las costas de Suecia. Y cuando acaeció el temblor de tierra que conmovió Chile, en 1822, se observó en Valparaiso que la costa se habia elevado en una longitud de mas de cien millas, y que un buque que habia encallado en una playa muy baja á alguna distancia del mar, se encontraba en seco.

El alzamiento de la tierra fue de tres piés en Valparaiso, y en Quintero de unos cuatro piés. Rocas que ni se habian visto ni sospechado, estan al presente á flor de agua.

La observacion de los sitios ha confirmado mas y mas que toda esta costa se elevó por grados y por la misma causa. Los límites sucesivos del mar estan trazados por fajas de mariscos, niveladas y paralelas, hasta la altura de cincuenta piés sobre el nivel del agua. Este país lleva la impresion de los temblores de tierra que ha experimentado; cerca de un siglo habia transcurrido desde las últimas convulsiones, cuyos resultados fueron de alguna importancia.

La costa elevada, en 1822, es un terreno granítico. Se ha asegurado que todo el espacio comprendido entre los Andes y el mar se habia elevado, y que el *maximum* de aquel movimiento de ascension del suelo, estaba á dos millas de la costa. La superficie del terreno alzado está evaluada en 100,000 millas cuadradas, y el efecto del alzamiento en cuatro piés sobre la orilla del mar, y en cinco, seis y aun siete piés, á una milla de la costa.

Asi en todas épocas los temblores de tierra han producido modificaciones en el suelo, y las producen todavía.

Un tercer órden de hechos prueba la continuacion de la causa ígnea en todas las épocas; hablamos del metamorfismo.

En efecto, la causa ígnea ha hecho experimentar á las rocas sedimentosas un gran número de modificaciones, ya decolorando ó coloreando con variedad las rocas, ya en la estructura, ya en la solidez, ya en la composicion química, privándolas de ciertos elementos.

Asi la caliza del lias con sus grifeas arqueadas se ha convertido en caliza granugienta sin fósiles, cerca

de la sienita de la isla de Sky y en los Pirineos.

La caliza jurásica inferior, y el muschelkalk superior, se han convertido en un mármol serpentinoso y en un mármol estatuario, al lado del pórfido piroxénico granitoideo de Predazzo. Las calizas liásicas ó pirásicas del Delfinado, han adquirido una testura granugienta cerca de los granitos que los han elevado. La caliza jurásica inferior de los Grisones, se ha convertido en cipolino y en rocas talcosas, ó en cipolino amigdalino, y ha perdido casi todos sus fósiles, cerca de los granitos de la Albula, rocas, que como en el Delfinado, parecen desbordarse sobre el suelo secundario.

Tales son los términos de la serie de estas trasmutaciones, que no son incomprensibles sino para los que no las han visto, dice Boué.

El mármol anubarrado, continúa, impregnado de talco compacto, conduce insensiblemente, en Predazzo, al mármol de nidos de talco laminoso; y al mismo tiempo aparecen las idocrasas y las piroxenas gelenitas. En la isla de Anglesea, algunas arcillas esquistosas se han vuelto jaspoideas, y empastan granates al lado de rocas trapeanas. En el Banato, filones sieníticos han cambiado la caliza antigua en roca granugienta con granates y minerales de cobre, hierro, etc. En ciertos volcanes del Eifel, como en el Hohenfels, Mitscherlich ha observado la produccion ígnea de la mica en esquistos arcillosos modificados.

Alrededor de algunas masas graníticas, los esquistos arcillosos se han vuelto á su contacto maclíferos ó anfibólicos.

Hay en los Alpes un paso entre los esquistos secundarios de petrificaciones y las series de talesquistos y de masas talcosas ó micáceas, cuarzosas y calcaríferas. Alternativas y pasos semejantes se observan no solo en rocas secundarias antiguas ó intermedias, sino hasta en aquellas que son de la edad cretácea, y varios fósiles que se han librado de la destruccion, demuestran de una manera indudable la naturaleza originaria de aquellas masas. Studer ha descubierto micasquistos granatíferos de belemnitas en el monte Luckmanier; hay talesquistos belemnitíferos en Nuffenen; calizas de nautilos alternan con algunas rocas talcosas de la Tarantasia, etc.

Los esquistos cristalinos (gneiss, micasquistos, talesquistos, etc.), no serian, pues, segun nuestros antecedentes, mas que depósitos neptunianos, modificados de diferentes modos por un trabajo ígneo lento, que habria contribuido mas ó menos á cambiar su testura, al mismo tiempo que producia nuevos compuestos.

La formacion de los esquistos cristalinos habria tenido lugar en todas las edades geológicas, y seria intermedia entre los verdaderos depósitos neptunianos y los depósitos ígneos; su estructura mas ó menos foliácea, seria todavía un resto de su forma originaria, y el último término de modificacion seria la produccion de rocas que habian perdido enteramente ó poco menos su estructura esquistosa para hacerse granitoidea ó semigranítica.

A pesar de la oposicion de los geólogos y de los químicos, en este punto de vista tan verdadero, dice Boué, varios sabios han entrado en esta vía de razonamiento y han intentado reproducir artificialmente las circunstancias que han dado lugar á la formacion de tantas combinaciones mineralógicas. Todos los dias se ve aumentarse el número de los minerales reconstituidos por la síntesis ígnea, acuosa ó electro-química, y no es casi dudoso que á fuerza de paciencia y de tanteos, el hombre llegue á reproducir todos los minerales conocidos.

Otra modificacion es la conversion de la caliza en yeso, por medio de desprendimientos plutónicos de ácido sulfuroso.

La decomposicion de las masas minerales se verifica por medio del aire, de los gases, del agua y de los afluentes electro-químicos de sus diferentes elementos.

Los productos de la descomposicion son muy variados, tanto para los minerales como para las rocas compuestas. Todas las rocas estan sometidas á estas transformaciones por descomposicion, y suelen ser difíciles de distinguir de las transformaciones ígneas.

Está demostrado en la actualidad, que la mayor parte de las calizas sacaroideas ó cristalinas, son resultados del metamorfismo, modificaciones de rocas neptunianas por el contacto ó influencia de productos ígneos.

La produccion de las dolomias, dobles carbonatos de cal y magnesia, en la inmediacion de las rocas plutónicas, como la de las calizas sacaroideas, es tambien un hecho general, que se ha manifestado en todas las edades de la formacion del suelo de terraplen; este hecho reposa en las mismas observaciones, y seria debido á las mismas causas que las calizas sacaroideas. Sin embargo, está probado que entre las dolomias unas proceden de la modificacion ígnea, y otras, por el contrario, son el resultado de una precipitacion química y regular en el fondo de los mares.

El metamorfismo de las rocas neptunianas por la causa ígnea, se ha verificado, pues, en todas las épocas geológicas, y viene por su parte á añadir una nueva prueba á la continuidad de esta causa poderosa.

En resúmen, la formacion de las rocas volcánicas, como las formaciones acuosas, continúa á nuestra vista. Hay igualmente traquitos, fenolitas, basaltos, obsidianas y perlitas de diferentes edades. Cuanto mas se acercan á los tiempos modernos, las formaciones volcánicas parecen mas aisladas y mas extrañas al suelo sobre que se han esparcido, mas variedades presentan en los productos; la razon parece existir en las variedades mas numerosas de las rocas que la erupcion atraviesa y corroe, ó en que el volcan tiene su foco, lo cual no es favorable á la opinion de un solo foco central en liquidacion ígnea, pero está de acuerdo con todos los hechos de la posicion de los volcanes apagados en la orilla de antiguos mares, y con todos los fenómenos de los volcanes en actividad para admitir, con Pallas y otros muchos, el asiento de los volcanes entre el suelo primitivo y los terrenos de transicion, entre estos y los secundarios, etc.

Los antiguos productos volcánicos, estan, por el contrario, mucho mas unidos entre sí y con las rocas primitivas sobre que debieron inflamarse sus focos, lo cual viene aun á confirmar la conclusion anterior porque estos primeros volcanes, encontrando un suelo mucho mas uniforme en sus materiales, debieron tambien dar productos mucho mas semejantes entre sí, y mas aproximados á las rocas primitivas que habian suministrado los materiales, mientras que á medida que los terrenos acuosos aumentan la variedad y el número de sus rocas, los productos volcánicos seran cada vez mas desemejantes y variados en sus efectos.

Así los traquitos de Sebengebirge, cerca de Bonn, parecen salidos de la grauwacka, y los de Auvernia de una meseta de granito, despues del terreno terciario, y bajando hácia el Mediterráneo del terreno secundario. En Hungría el terreno traquítico parece haberse formado entre la época de los terrenos secundarios y la de los terrenos terciarios. Los conglomeratos traquíticos cubren tambien en Hungría grauvackas esquistosas, y aun una caliza magnesífera, que parece pertenecer á la formacion del Jura. Segun Breislack, los traquitos de los montes Euganeos reposan sobre la caliza del Jura.

El terreno traquítico forma una zona que abraza una gran parte de las Cordilleras; pero se extiende rara vez hácia las llanuras; y los volcanes aun infla-

mados, lejos de estar solitarios y asociados por grupos de forma iregular mas ó menos circular, como en Europa, se siguen, á la manera de los volcanes extinguidos de Auvernia y de los cráteres ardientes de la isla de Java, por filas, ya en una serie, ya en dos líneas paralelas. Estas líneas se dirigen generalmente en el sentido del eje de las Cordilleras, y algunas veces forman con este eje un ángulo de 70 grados.

En todas las épocas geológicas ha habido temblores de tierra, ya fueran ocasionados por la misma causa que los volcanes, ya por la desecacion, la compresion ó la rotura de las capas estratificadas en las montañas. Sin embargo, no vemos, en general, los trastornos producidos por los temblores de tierra, sino en las capas neptunianas, lo cual nos conduce á reconocer que no han empezado, la mayor parte al menos, sino despues del depósito de las primeras formaciones neptunianas.

Lo mismo debe decirse del metamorfismo que se ha verificado en todas las épocas; pero que no ha comenzado, indudablemente, sino cuando ha habido depósitos neptunianos que modificar ó metamorfosear.

Asi vamos siguiendo los volcanes, los temblores de tierra, el metamorfismo, en una palabra, todo lo que se refiere á la causa ígnea, desde los terrenos recientes y terciarios, hasta los terrenos primarios ó de transicion; el foco de todos estos fenómenos varía y ha variado en su posicion, su altura, desde los terrenos terciarios, hasta los terrenos primarios, y le encontramos hasta en el suelo primitivo, en el núcleo central, obrando entre este y el suelo de terraplen; ¿podremos seguir la causa ígnea mas lejos? Esta es la cuestion que vamos á examinar.

CAPITULO XIII.

DEL FUEGO CENTRAL, LAS MONTAÑAS PRIMITIVAS Y EL SUELO DE LA CREACION.

Suponiendo la causa ígnea anterior á la causa acuosa; considerándola como el primer agente de la formacion del globo, Buffon, y á imitacion suya todos los geólogos plutónicos, le han atribuido el alzamiento de las montañas primitivas del globo que se habria inclinado al enfriarse; y estos hinchamientos, convertidos en montañas, habrian preparado los valles de los rios, y las cuencas de los mares. Pero despues de este primer enfriamiento, Buffon combate con razones bastante poderosas, el fuego central y el estado de liquidacion ígnea del centro de la tierra, y establece el asiento de los fenómenos volcánicos subsiguientes sobre el suelo primitivo y bajo los terrenos de segunda formacion, y allí los fenómenos ígneos son determinados por los agentes químicos y las causas físicas conocidas como hemos visto al exponer la historia de los trabajos geológicos de Buffon.

Los geólogos plutonianos sucesores de Buffon, extendiendo la hipótesis del orígen ígneo de nuestro planeta, y aceptando contradictoriamente la hipótesis del fuego central y de la fusion ígnea del centro de la tierra, hacen partir de este punto todos los fenómenos ígneos, todos los alzamientos de las montañas, y por consiguiente, la formacion de todas las grandes cordilleras.

Elías de Beaumont ha tratado de sistematizar las grandes cordilleras de montañas, y aun determinar las épocas relativas de su produccion. Fundado en la disposicion de las estratificaciones diversas en las montañas, estratificaciones de las cuales unas estan inclinadas y otras son horizontales, ha deducido que la montaña habria sido producida entre la formacion de los depósitos inclinados y la de los depósitos horizontales. La direccion semejante de varias cordilleras de montañas, le ha conducido á reunir todas las cordilleras dirigidas de un modo parecido á un solo sistema de la misma edad y producido por la misma causa.

Beaumont coloca en el período terciario su décima revolucion, á la cual atribuye el alzamiento de las capas de un sistema de montañas que comprende las islas de Córcega y de Cerdeña, asi como otras elevaciones dirigidas igualmente del Norte al Sur, tales como las que en el centro de Francia limitan los valles del Limagne de Auvernia, del Alto Loira y del Bresse. Cree que se pueden tambien atribuir á esta revolucion algunos ramales que se dirigen en el mismo sentido en Italia y en la Slavo-Grecia, asi como las cordilleras del Líbano.

Coloca entre la formacion de los terrenos modernos terciarios y la de los terrenos ammoneos, su novena revolucion, que considera como orígen de la cordillera de los Pirineos, asi como de los ramales de los Apeninos dirigidos paralelamente del O. N. O. al E. S. E., y que presentan capas inclinadas de terreno cretáceo, mientras que las capas terciarias que les son vecinas, conservan en general su posicion horizontal. Cree que los efectos de esta revolucion han sido sumamente extensos, y que independientemente de varios ramales que se observan en Alemania, Hungría y Slavo-Grecia, se pueden referir á ella algunos del Atlas en Africa, la cordillera del monte Carmelo en Siria, las montañas de Mesopotamia, varios ramales del Cáucaso, quizá la cordillera de los Ghates en el Indostan, la de los Alleghanys en la América septentrional, etc. Ahora bien, el estado de los fósiles en los terrenos terciarios, conduce á reconocer que el aspecto general de nuestros continentes europeos, no se diferenciaba esencialmente en la época de su formacion de su estado actual.

Por el contrario, el estado de la flora y de la fauna ammonea, conduce á reconocer muchas menos tierras salidas del agua en este mismo continente, y un órden de cosas mucho menos distante del que existe hoy en la zona tórrida, que del que se observa en nuestras zonas templadas.

Elías de Beaumont coloca en el período ammoneo de ciertos geólogos, su quinta, sexta, séptima y octava revoluciones. La octava habria producido elevaciones que Beaumont llama *sistema del monte Viso*, las cuales se dirigen de S. S. E. á N. N. O., y que comprenden ademas del monte Viso, una serie de crestas que corren desde las cercanías de Niza á las de Lons-le-Saulnier; elevaciones que parecen haberse alzado entre la formacion de la parte superior, y la de la parte media del terreno cretáceo.

La séptima se habria verificado entre la formacion del terreno cretáceo y la del terreno jurásico, y habria dado orígen á una serie de accidentes dirigidos del N. E. al S. O., y notablemente al monte *Pilato* en el Forez, y á la Costa de Oro en Borgoña, á varios ramales del Jura en las Cévenas, al Erzebirge, etc.

La sexta revolucion se habria verificado entre la época de la formacion del terreno jurásico y la del terreno triásico, y Beaumont le atribuye el alzamiento de las capas de un sistema de montañas que comprende especialmente el *Morvan*, el Thuringerwald, y el Boehmerwald, montañas que se dirigen en general de N. O. á S. E.

La quinta revolucion se habria verificado entre la formacion del gres de Nebra y la del gres de los Vosges, y habria dado orígen á las montañas que cercan el valle del Rhin entre Basilea y Maguncia, por lo cual Buch las ha llamado sistema del Rhin, y que se dirigen de N. N. E. á S. S. O.

Las cuatro primeras revoluciones de Beaumont, se han verificado durante el período que se ha designado con el nombre de hemilisiano.

La cuarta habria dado orígen á accidentes que el

autor llama *sistema de los Paises-Bajos y del Sur del país de Gales*, porque ha dislocado las capas del terreno hullífero que se dirigen del E. al O., desde las cercanías de Aquisgran hasta las pequeñas islas de la bahía de Saint-Bride, en el país de Gales.

La tercera revolucion, que parece haber actuado entre la formacion del terreno hullífero y la del terreno peneano, ha formado en el terreno hullífero del Norte de Inglaterra, una serie de accidentes dirigidos paralelamente del N. al S., separándose un poco hácia el N. N. O. y el S. S. O.

La segunda revolucion, que habria acaecido hácia la época de la formacion del terreno de antracito, habria dado orígen á accidentes que Beaumont llama *sistema de las cimas de los Vosges y de las colinas de Calvados*, porque atribuye el alzamiento de una parte de los Vosges, y particularmente de dos conos unidos, que se llaman collado de Alsacia y collado del Condado, asi como el de una parte de las colinas del bosque de la Baja Normandía, dirigidas igualmente del O. $^1/_4$ N. O. al E. $^1/_4$ S. E.

Finalmente, la primera revolucion habria elevado las capas del *West-Moreland* y del Hundsruck dirigidas del N. E. $^1/_4$ E. al S. O. $^1/_4$ O., y que habrian sufrido esta accion antes de la formacion del terreno de antracito.

Tal es la sistematizacion de Beaumont, cuya teoría reducida á sus datos fundamentales, sin pretension de determinar la edad absoluta del globo, lo cual es casi imposible en esta via y en el estado actual de la ciencia, sonrie singularmente á la imaginacion, y podria dar la solucion de varios problemas interesantes. Pero á pesar de la autoridad de este sabio distinguido, no se puede hacer uso de ella como de los otros datos incontestables adquiridos á la ciencia, en razon á que está muy combatida por un considerable número de zoólogos observadores, cuyas razones no carecen de fuerza.

La formacion no de todas, sino de varias cordilleras de montañas, despues del depósito de las capas estratificadas que las cubren, asi como la dislocacion de ciertos valles, son admitidas por casi todos los geólogos, y esto parece en efecto incontestable. ¿Pero de qué manera se han formado estas cordilleras de montañas y estos valles de dislocaciones? Aquí las opiniones se dividen en dos grupos opuestos; unos quieren que sea por medio de un alzamiento de la corteza del globo, ocasionado por un enfriamiento del núcleo fluido de la tierra, que habria producido una contraccion y elevado la corteza sin hundimiento alguno. Esta es, como hemos visto, la opinion de Beaumont; pero desgraciadamente este geólogo la ha dado la exageracion insostenible de los adherentes que quizá no ha observado bien; en efecto, Beaumont acepta muchos rasgos de la opinion contraria.

Esta quiere que las montañas hayan sido producidas por un hundimiento del suelo, que imprimiéndole un movimiento de báscula, habria hundido una línea por una de sus extremidades, elevándola por la extremidad opuesta. La misma causa de dislocacion por hundimiento, habria producido los valles de dislocacion.

Pero de cualquier modo que esta cuestion se juzgue, el hecho fundamental de la produccion de ciertas montañas de depósitos estratificados, despues de la formacion de sus depósitos, y de la produccion correspondiente de los valles de dislocacion no queda menos admitido por todos, y esto basta para dar cuenta de la mayor parte de los fenómenos.

Sin embargo, ademas de las objeciones que hemos ya opuesto á la teoría de Beaumont, hay otras varias bastante poderosas.

Esta teoría supone en efecto la existencia del fuego central y la liquidacion ígnea del centro de la tierra; hipótesis que no está demostrada.

Supone que la clasificacion artificial de los terrenos corresponde á su posicion real; que por ejemplo las capas diversas de los terrenos secundarios, estan todas sobrepuestas en un órden regular; que han sido depositadas en un órden sucesivo; que el trias estaba todo depositado antes que el lias empezara á formarse; que este estaba terminado cuando las hiladas llamadas jurásicas han principiado; que el suelo jurásico estaba terminado cuando se depositó la creta cloritada; que esta habia terminado su formacion cuando vino la creta tobácea, y despues la creta blanca. Ahora bien, esta sucesion tan regular no es mas que una hipótesis y un artificio de generalizacion para facilitar la inteligencia, pero que es imposible demostrar para todos los puntos, ni aun en totalidad para punto alguno del globo. Es aun mucho mas probable que muchas capas, ya sean de trias, ya de lias, ya de suelo jurásico, ya de las diferentes divisiones de la creta, han podido formarse al mismo tiempo en diferentes cuencas, de manera que podia depositarse trias en una cuenca mientras se depositaba lias en otra, capas jurásicas en otra, creta cloritada en otra, creta tobácea en otra, y creta blanca en otra; ó bien, estas diferentes formaciones podian efectuarse al mismo tiempo, en las diferentes partes de una misma cuenca; esta es probablemente la conclusion á donde conducirá el estudio mas profundo del sincronismo de las formaciones que ya casi permite adivinarla. Desde entonces, ya no hay realmente lugar para las revoluciones de los alzamientos, que no separan ya formaciones que se pretenderia mostrar como sucesivas, mientras que podrian muy bien ser contemporáneas.

La teoría de Beaumont supone aun que todas las montañas han sido alzadas; ahora bien, esta hipótesis no está demostrada. Ademas la existencia de las capas horizontales ó aun inclinadas, etc., supone cuencas y corrientes diversas, y estas, montañas preexistentes, sin lo cual no habria depósitos posibles. Asi, los depósitos estratificados suponen montañas existentes, y la teoría no hace nacer las montañas sino despues de la formacion de los depósitos. Sin duda, se puede decir, que las montañas de la primera y de la segunda revolucion, han dado lugar á los depósitos que las montañas de la tercera revolucion han elevado; estas, han dado lugar á los depósitos alzados despues por las montañas de la cuarta revolucion, y asi sucesivamente. Pero los depósitos alzados por la primera y segunda revoluciones, ¿cómo se han formado sino habia montañas? Indudablemente es necesario salir de las causas actuales para encontrar la razon de estos primeros depósitos, y en tal caso entramos en las desconocidas que la geologia positiva rechaza y debe rechazar cada vez mas.

Pero ademas de estas objeciones ya muy graves, el exámen de los hechos va á conducirnos á apreciar mejor la fuerza, y á ver al mismo tiempo si podemos seguir de una manera positiva, la causa ígnea mas allá de la superficie del suelo primitivo.

No existe, dice Humboldt, en ningun hemisferio, entre las rocas, una uniformidad general y absoluta de direccion; pero en regiones de una extension muy considerable, algunas veces en millares de leguas cuadradas, se reconoce que la direccion, y mas rara vez la inclinacion, han sido determinadas por un sistema de fuerza particular.

A distancias muy grandes se descubre un paralelismo de capas, una direccion cuyo tipo se manifiesta en medio de las perturbaciones parciales, y que muchas veces permanece el mismo en los terrenos primitivos y de transicion. Esta identidad de direccion se observa con mas frecuencia lejos de las altas cordilleras alpinas muy elevadas, que en las cordilleras mismas, donde los estratos se encuentran encorvados, levantados, y rotos. Bastante generalmente, y

este hecho habia llamado la atencion de Palassou y aun de Saussure, la direccion de las capas muy distantes de las cordilleras principales, sigue la direccion de estas cordilleras de montañas. Esta uniformidad de paralelismo de las capas (del N. E. al S. O.), ha sido observada en una gran parte de la Alemania septentrional, en el Fitchtelgebirge, en Franconia, y en las orillas del Rhin; en Bélgica, en las Ardenas, en los Vosges, en el Cotentin, en la Tarantasia, en la mayor parte de los Alpes, y en Escocia.

Humboldt cita un gran número de geognostas modernos, muy ejercitados en este género de observaciones, y que se han ocupado tanto mas detenidamente de la direccion é inclinacion de los estratos, cuanto que las primeras observaciones de dicho sabio habian sido vivamente combatidas.

Que se venga, dice Boué citado por Humboldt, á examinar en Escocia, con la brújula en la mano, la posicion de las masas minerales, cuidando de atenerse á los hechos generales; se observará que la direccion de las capas es constante, y corresponde á las de las cordilleras del S. O. al N. E., pero que la inclinacion varía por circunstancias locales.

En los Pirineos, continúa Humboldt, la direccion general de los estratos es, segun las observaciones de Palassou, Ramond, Charpentier, y Aubuison, como la direccion general de la cordillera, N. 68° O., ó del E. S. E. al O. N. O. Esta misma regularidad reina en el Cáucaso. En los Estados-Unidos de la América septentrional, las rocas primitivas é intermediarias estan dirigidas, segun Maclure, como la cordillera de los Alleghanys, del N. E. al S. O. Las direcciones del N. al S. ó del N. N. E. al S. S. O., predominan en Suecia y en Finlandia. En las cordilleras de Méjico, se observa un tipo de direccion muy general; las capas que forman la meseta se dirigen del S. E. al N. O., paralelamente á la direccion de la cordillera de Amahuac, mientras que el eje volcánico se prolonga del E. al O. como una quebrada que atraviesa el istmo mejicano de un mar á otro.

La direccion de las capas antiguas (primitivas y de transicion), no es un pequeño fenómeno de localidad; es, por el contrario, un fenómeno independiente de la direccion de las cordilleras secundarias, de sus ramificaciones, de la sinuosidad de sus valles; un fenómeno cuya causa ha obrado, de una manera uniforme, á prodigiosas distancias, por ejemplo, en el antiguo continente, entre los 43° y 57° de latitud, desde la Escocia hasta los confines del Asia. ¿Cuál es esta influencia aparente de las elevadas cordilleras alpinas, sobre capas que algunas veces, distan mas de 100 leguas? Hay dificultad en creer que la misma catástrofe haya elevado las montañas é inclinado los estratos en las llanuras, de manera que el corte de estos estratos, en otro tiempo muy horizontales, hoy dia inclinados de 50° á 60° y que formando la superficie del globo, se hubiera encontrado á grandes profundidades. ¿Las cordilleras de las montañas alpinas han sido elevadas? ¿han salido sobre quebradas formadas paralelamente á la direccion de capas inclinadas ya preexistentes?

Las graves dudas de un hombre tal como Humboldt, las observaciones de Boué, los acuerdos de todos los geognostas citados por Humboldt, los hechos positivos enunciados por todas estas autoridades, hechos que nos demuestran una direccion general en las capas estratificadas en relacion con la direccion de las montañas, mientras que la inclinacion varía segun las localidades; hechos que nos presentan por otra parte los estratos primarios independientes de las montañas secundarias, y las montañas ígneas ó volcánicas cortando por su direccion las cordilleras primitivas graníticas, mas vastas y mas extensas; estos hechos y estas autoridades, decimos prueban que las grandes cordilleras de montañas primitivas existian antes del depósito de los estratos de transicion y de los estratos secundarios.

En efecto, ¿cómo concebir que una vez formados los depósitos en tan vasta direccion, las montañas se hubieran elevado en seguida; y ó bien hubieran seguido siempre la direccion de los estratos, ó bien cambiado esta direccion para darles otra? En ambos casos se deberian encontrar por todas partes y en toda la línea de los estratos asi elevados ó cambiados, trastornos, rompimientos, como se encuentran en efecto en los puntos muy limitados donde ha habido dislocacion del suelo, como se ve aun suceder por los temblores de tierra y los hundimientos ó dislocaciones locales. Pero en tan gran extension, hubiera debido haber muchas otras alteraciones y otros trastornos, y sin embargo esto no es asi; hay por el contrario un órden general de direccion armónica de los estratos y de las montañas en todo el globo. Preciso es pues aceptar que la direccion de las montañas preexistentes, es la que ha determinado la direccion general de los estratos, porque no se concibe como estos habrian podido determinar la direccion de las montañas, mientras que lo contrario es muy natural.

Por otra parte, sino hubiera habido cordillera alguna de montañas, no hubiera habido ninguna cuenca de mar, ni ninguna corriente; porque las cuencas y las corrientes son determinadas por las cordilleras montañosas; sin montañas, pues, no habria habido mas que una inmensa cuenca, uniforme en todas partes, en la cual los depósitos hubieran sido nulos; porque no existiendo las montañas no habrian ofrecido resto alguno á los depósitos acuosos. O bien, si se puede suponer que las aguas hubieran excavado su fondo, lo cual es tambien difícil porque no habia grandes corrientes, los depósitos muy delgados hubieran sido dispersados uniformemente en toda la superficie del globo. Tampoco se puede suponer que emanaciones gaseosas y precipitados químicos hubieran podido producir los terrenos primarios, etc, porque los hechos conducen á otras consecuencias. Hay en efecto depósitos marinos fluviátiles desde los terrenos primarios ó de transicion, asi pues habia cuencas de mar, tierras descubiertas y rios; habia, pues, montañas. La vasta extension de las capas de transicion y su direccion relacionada siempre con la de las grandes cordilleras primitivas, prueban que las cuencas estaban determinadas, y que las corrientes que han verificado los depósitos, estaban dirigidas por las mismas montañas primitivas.

Asi es como vemos aun hoy á los depósitos de nuestros grandes rios tomar la direccion de las cordilleras de montañas que enclavan sus lechos, los depósitos de riberas toman en nuestros golfos y en nuestras bahías marítimas, una direccion determinada por la direccion de las montañas que rodean nuestros mares; puesto que las relaciones entre las montañas actuales y los depósitos que se forman siguiendo su direccion, se encuentran las mismas entre los vastos depósitos primitivos ó de transicion y las montañas primitivas, se debe deducir naturalmente que la direccion de estas montañas ha regido la de estos depósitos durante su formacion.

La inclinacion de las capas depende de una causa análoga, pero mas limitada en su accion. Para convencerse de ello, basta observar lo que pasa en nuestros rios, en nuestros lagos, en las riberas y aun en el fondo de nuestros mares. Los depósitos de arena, de arcilla, de marga, de fango que nuestros rios forman continuamente, estan siempre inclinados en las dos orillas hácia el medio del lecho de las aguas, de manera que su mayor espesor y su vértice se dirigen hácia la tierra, las capas descienden adelgazándose y muriendo hácia el medio del rio, y la inclinacion es mas ó menos rápida segun el declive de las dos orillas.

El mismo fenómeno se observa en nuestros lagos,

sus depósitos tienen tambien sus vértices y su mayor espesor hácia las orillas, y las capas descienden y se inclinan adelgazándose hácia el centro.

En nuestras grandes bahías, los mismos fenómenos se reproducen; las capas de arena, de piedras, de conchas, etc., tiene su vértice y su mayor espesor hácia las riberas, y se apoyan sobre los piés inclinados de las montañas que forman las costas. Estas capas se inclinan frecuentemente, disminuyendo de espesor, en el espacio de una legua y mas hácia la alta mar. Pero la rapidez y la extension de la inclinacion de las capas, depende de la altura y del escarpado mas ó menos cortado y rápido de las costas; si las rocas que componen estas, son inmensas murallas rectangulares con el fondo del mar, casi no hay inclinacion alguna en las capas de los depósitos, ó por lo menos esta inclinacion no es sensible sino á gran distancia. Si por el contrario, las orillas del mar son una serie de colinas pequeñas en pendiente suave y casi insensible, á donde los vientos tienen fácil acceso, los depósitos se inclinan mas rápidamente. La exposicion de las bahías y la direccion que soplan en ellas mas habitualmente, ejercen una gran influencia en este fenómeno de la inclinacion.

Finalmente, en la extension de la cuenca de los mares, las corrientes determinadas en su direccion por la de la cuenca, y por consiguiente la de las montañas que la encierran ó que la surcan en sus profundidades, obran absolutamente como los rios y depositan á cada lado dos bancos que les sirven como de riberas y cuyas capas estan mas ó menos inclinadas desde la parte alta del banco hácia el medio de la corriente.

Lo mismo que pasa hoy, se ha verificado en otro tiempo; y la elevacion cónica y mamelonada general de las montañas primitivas, nos explica la gran inclinacion general de los estratos de transicion y aun de los depósitos secundarios.

Así, pues, la extension, la direccion y la inclinacion de las capas primarias, su analogía con lo que pasa hoy en nuestros rios, nuestros lagos, nuestras bahías marinas y nuestros mares, prueban la existencia de grandes cordilleras de montañas primitivas desde el principio, y confirman la tesis por la cual hemos establecido que la tierra fue creada en disposicion de recibir sus habitantes, por consiguiente con sus principales montañas, sus corrientes de agua, etc.

Se creia antiguamente, dice Linek, que el granito, esta roca compuesta de cuarzo, feldspato y mica, habia formado la base ó el suelo sobre que se habian depositado las demás formaciones posteriores. Un gran número de sabios creian que el granito servia de núcleo al globo terrestre. El gneiss no se diferencia del granito sino por la disposicion esquistosa. El esquisto micáceo es una roca vecina de las dos primeras, y no le falta mas que feldspato para ser gneiss con el cual alterna y al cual pasa.

Ahora bien, contra la opinion antigua, apoyada sin embargo por todos los hechos que acabamos de exponer, se ha creido que los granitos, los gneiss, y los micasquistos eran productos volcánicos, resultados de alzamientos del suelo. Otros geólogos consideran los esquistos cristalinos como materias ígneas, producidas por el primer enfriamiento de la corteza líquida del globo, y creen que esta operacion continúa todavía á una gran profundidad.

Ahora bien, dice Boué, ¿cómo se puede aplicar esta idea á las masas de esquistos cristalinos, de fósiles ó de capas subordinadas conchíferas? Se encuentran esquistos cristalinos, micasquistos, etc, que contienen verdaderas belemnitas, como los terrenos secundarios y otros varios restos orgánicos. Los gneiss, los micasquitos, en una palabra, los esquistos cristalinos, pueden haber sido modificados por la causa ígnea; pero no han sido depositados por ella. Por otra parte, los hechos que sirven de apoyo para suponer su orígen ígneo; así como el de los granitos, pueden explicarse muy diferentemente.

Si comparamos las cadenas de montañas y las rocas de que se componen, llegamos bien pronto á reconocer que concuerdan exactamente con la extension de las rocas llamadas primitivas. La disposicion de las rocas primitivas ha impreso, pues, al globo el relieve general que presenta hoy, porque la disposicion y la figura de una region se modelan sobre las cordilleras de montañas que la surcan. La conformacion del uno y la existencia del otro son, pues, dos hechos que se encadenan recíprocamente.

Una prueba de que la aparicion de los primeros continentes en su totalidad, no puede atribuirse á erupciones volcánicas ni á alzamientos, es que muchas veces encontramos lechos subordinados, de una caliza blanca sub-laminar, encerrados en capas de gneiss ó de esquisto micáceo, ó que les estan subordinadas. Es, pues, muy verosímil que esta caliza deba su testura á una temperatura muy elevada, á un principio de fusion. Por consiguiente, el gneiss y el esquistos micáceo, encontraron cuando aparecieron, rocas calizas ya existentes que envolvieron y destruyeron al mismo tiempo y por cuya razon desaparecieron los cuerpos organizados fósiles que estas rocas podian contener. Vemos á la caliza de transicion, el muschelkalk, el lias, y aun los terrenos mas recientes de la formacion secundaria, en contacto con el gneis y el esquisto micáceo, ó apoyarse en una ú otra de estas dos rocas. Preciso era, pues, que existieran relieves y aun capas de gneis y de micasquistos antes del depósito de las calizas. Los gneis y los micasquistos pueden haber sido formados de dos maneras: los que son puros, de mucha mezcla caliza y que reposan bajo depósitos secundarios, pueden ser el resultado de la descomposicion de la roca granítica por las aguas; por el contrario, los que contienen calizas en sus capas, pueden ser, por el metamorfismo, el resultado de la causa ígnea, que obrando entre las calizas y los granitos, habrá esparcido por eyecciones el granito en micasquistos y en gneiss sobre las calizas.

De aquí procede la mezcla de las calizas con los gneiss y el cambio de su testura. De aquí tambien el trastorno de las capas calizas, sin que haya necesidad de suponer el alzamiento de las montañas graníticas, que debian existir desde el principio, para que hubiera cuencas acuosas y pudieran formarse depósitos.

Las montañas de caliza que rodean algunas veces á las de gneiss, la inclinacion ó verticalidad de sus capas, han hecho pensar en los alzamientos de los granitos y de los gneiss. Pero ademas de que se puede en muchos casos explicarlas como anteriormente, por la accion de la causa ígnea sobre las calizas, y sobre el granito ya en relieve, ha podido suceder en muchos casos, que las montañas calizas se hayan depositado donde habia cavidades propias para recibirlas, ó aun sobre los planos inclinados de las montañas primitivas que se hallaban aun bajo las aguas. Esto es lo que parece mas probable para todas las calizas que contienen fósiles.

Pero lo que prueba todavía mejor que los relieves primitivos del globo no parecen debidos, ni á vocales, ni alzamientos, son las modificaciones que han experimentado mas tarde, por los hundimientos del suelo de terraplen y por erupciones que han surgido despues, y que se continúan hasta nuestros dias. Se puede en general dar á los productos de estas erupciones el nombre de porfídicos.

Las rocas graníticas son aquellas en que los minerales elementales se encuentran en pequeños fragmentos cristalinos mezclados.

Las rocas porfídicas tienen por el contrario por base una sustancia no cristalizada, en la cual se hallan diseminados pedazos mas ó menos abundantes de rocas cristalizadas.

A esta última clase pertenecen todas las materias arrojadas en las erupciones volcánicas mas modernas, aun en las mas recientes, porque las eyecciones de los volcanes ardientes presentan todavía estos caracteres en un grado mas ó menos desarrollado. A esta clase pertenecen tambien el pórfido cuarzoso, en que el cuarzo viene á unirse á las rocas cristalizadas que forman su elemento; tambien se refieren á ella los demás pórfidos no cuarcíferos, que comprenden las rocas basálticas y las formaciones volcánicas nuevas, las cuales se parecen de tal manera, que es difícil apreciar las diferencias. Las investigaciones de los geognostas establecen que todos los pórfidos tienen un orígen volcánico, que se reconoce en las erupciones que los han arrojado, una serie que viene sin interrupcion hasta las de los volcanes hoy en actividad.

Pero esta serie no se relaciona igualmente con las rocas graníticas; hay allí un espacio que hace perder el hilo y obliga á reconocer que no se puede seguir el punto de orígen mas lejos.

Si se comparan, en efecto, las erupciones porfídicas de orígen volcánico con los granitos, se encuentra bien pronto una diferencia palpable, que debe impedir reconocer el orígen volcánico de los granitos, mientras que las eyecciones de los volcanes ardientes conducen á reconocer el orígen volcánico de los basaltos y de los pórfidos cuarzosos. Porque á pesar de que todos los conos de los volcanes presentan estratificaciones, estas no bastan para establecer el orígen plutónico de los gneiss y de los micasquistos, puesto que no se encuentran ninguno de los verdaderos caracteres volcánicos sobre los granitos, y esta estratificacion puede tambien ser debida á la causa acuosa ó á la descomposicion, como veremos muy pronto.

Los granitos forman largas cordilleras de montañas no interrumpidas, mientras que las erupciones porfídicas no han dado orígen sino á picos aislados de forma cónica, que rara vez estan reunidos, ó si lo estan no forman mas que cordilleras muy cortas. Estos picos estan dispuestos en líneas que no siempre son rectas, ó para hablar mas exactamente, estan diseminados y sin órden, como por zonas, por cuyo carácter presentan un punto de semejanza con volcanes modernos que se han reconocido siempre dispuestos de esta manera. Las zonas ó cordilleras de montañas porfídicas, afectan una direccion enteramente diferente de la de las montañas graníticas, y con frecuencia se las ve cortar á estas últimas; cuando se presenta este caso, las montañas llegan á una altura considerable. Así la altura extraordinaria á que se elevan los Alpes, debe sin duda su causa á la zona porfídica, que yendo del Norte al Sur, cortó la zona granítica que va del Este al Oeste. Se observa este fenómeno en las montañas porfídicas aisladas del Tirol, cerca de Glaris y en Lugano, localidades en que las montañas llegan á una altura prodigiosa, mientras que por el contrario, las ramificaciones en los montes Euganeos, que parten de la vertiente Sur de los Alpes, y aquella á que pertenece el Hohentwill, no tienen mas que una elevacion mediana, porque pertenecen ya á la cordillera granítica. La altura del *Schneekapp*, en el pequeño *Schneegrube*, puede muy bien tener por causa una erupcion basáltica, como la elevacion del Bockem, cerca de Ielfed, puede tambien haber sido determinada por el pórfido. Por estos peñascos de granito, lanzados á lo lejos y diseminados, que se encuentran en Suiza y en diversas partes del globo, sin apariencia alguna de boca volcánica de donde hayan podido partir, venimos en conocimiento de que la formacion granítica no habia podido elevarse á la altura á que la vemos. Estos peñascos de granito ó gneiss, vienen de las dos capas compuestas de estas rocas que existian ya hacia mucho tiempo cuando fueron rotas por los esfuerzos de aquella potencia que obraba debajo de ellas, en su seno ó en su punto de contacto con otras capas. Existen aun otros muchos hechos que contradicen el alzamiento de los Alpes por el granito, pero seria demasiado largo enumerarlos.

A las reflexiones anteriores, tomadas en gran parte de Linck, añadiremos algunas otras no menos notables de Breislack, en su introduccion á la geologia.

Este sabio, que se ha dedicado especialmente al estudio de los volcanes, se ha esforzado en probar que los volcanes no estan en comunicacion con el fuego central, que él no admite, y que son debidos á causas posteriores á la primera formacion del globo. La combinacion del calorífero con los diversos materiales de las rocas primitivas, habria, segun él, producido en dichas rocas, cierto estado de blandura, y emanaciones gaseosas, que unidas al enfriamiento y al movimiento de rotacion de la tierra, habrian elevado las montañas primitivas, y formado los granitos, los gneiss, los micasquistos, los pórfidos y sus mezclas. Las mismas causas habrian formado tambien las cavernas que serian el asiento de los primeros volcanes y la causa de los hundimientos posteriores. Tal es, en pocas palabras, la idea fundamental de su sistema, que no examinaremos por el momento, pero que era útil indicar, para comprender sus reflexiones.

«Se observa, dice, en algunas montañas secundarias cierta disposicion de capas en una cara, y pasado un ángulo, se ve otra disposicion contraria en la cara contigua á la cual deberia corresponder la continuacion de las mismas capas. Por otra parte, frecuentemente he observado en las rocas de las montañas, algunas líneas paralelas que parecian ser divisiones de capas, y siguiendo durante un cierto tiempo sus vestigios, se veia que desaparecian, y que estas capas aparentes eran otras tantas divisiones de capas mas grandes, que resultaban tambien de otras divisiones de las rocas.

»La observacion hecha por Saussure, sobre el camino que conduce de Lyon á Ginebra, es muy especiosa. A la distancia de un cuarto de legua de Nantua, se ve, sobre la derecha, una pequeña montaña caliza aislada de forma cónica, compuesta de capas verticales por un lado, y por el otro dobladas en arcos que rodean la montaña como las capas de una cebolla. En algunos puntos estas capas estan divididas por anchas quebradas. Aunque se multipliquen los cataclismos y las convulsiones, jamás será posible imaginar la formacion de tales capas; por el contrario, es muy fácil ver en ellas los progresos de la descomposicion, que, muchas veces, sin atacar los elementos de una sustancia petrosa, puede separarla en algunas partes, y dividirla en masas que tengan un aspecto de regularidad.

»Yo he visto, cerca del mar, algunos escollos calizos, hendidos de manera que formaban grandes paralelipípedos tan regulares, que recordaban la idea de los basaltos; sin embargo la dureza y la cohesion de la piedra, no estaban diseminadas. Swinburne se engañó una vez por esta apariencia, de tal modo, que hablando de las islas de las Sirenas, cerca del golfo de Nápoles, afirmó que habia prismas de basalto en su playa, mientras que no hay sino escollos calizos, que por su descomposicion, han tomado una forma cuadrilátera grosera.

»Me parece que los geólogos no han considerado con toda la extension necesaria, la manera de obrar de la descomposicion, y las modificaciones que puede ejercer en la apariencia exterior de las rocas. Esta fuerza, producida por la accion lenta, pero continua de la luz, del calórico, del agua, ya liquida, ya en el estado de hielo, del aire, tranquilo ó agitado por los vientos, de los vapores, de la electricidad, y de todos los fluidos gaseosos que se esparcen ó se producen por medio de nuevas combinaciones en el seno de la atmósfera; esta fuerza, digo, que no ha cesado jamás

de obrar desde que el globo existe, merece bien ser examinada y calculada por los filósofos.

»Yo creo muy probable, que la gran irregularidad que se observa algunas veces en las capas superficiales de algunas rocas, depende de la desigual distribucion de algunas sustancias metálicas, por ejemplo, el óxido de hierro, de manganeso, etc., que se ha hecho en su masa en la época de su primera formacion. Las causas de descomposicion citadas anteriormente, dirigen su accion principalmente sobre estas materias; encuentran en su direccion una resistencia menor, y á medida que se prolongan, destruyen la continuidad de las partes de la roca, á la que dan un aspecto de estratificacion.»

En apoyo de su manera de ver, Breislack cita las canteras de caliza grosera de Costoja, en las cuales la estratificacion no aparece sino al exterior, mientras que no hay indicio alguno de ella en el interior donde la excavacion es reciente.

Las observaciones sobre las rocas graníticas han conducido á pensar tambien que la descomposicion es una de las grandes causas de las modificaciones de las rocas en su superficie. Así en los numerosos granitos de Bretaña, toda la parte superficial está muchas veces dividida en una arena grosera de granos gruesos y amarilla de óxido de hierro, mientras que debajo se encuentra el granito compacto de muy buen grano. En otras partes estas arenas groseras y ferruginosas forman estratos, análogos al gneiss, y aun debajo se manifiesta el granito compacto. Pero en uno y otro caso, se observa en las grandes canteras abiertas, ó en las quebradas de nuestras costas, que los granitos, inmediatamente debajo de las arenas ó de las capas superficiales, se dividen en grandes prismas, cuyas líneas, así como la superficie exterior, toman el color del óxido de hierro. Muchas veces tambien estos mismos granitos se descomponen por capas concéntricas, como las hojas de una cebolla, presentando en el centro un núcleo granítico compacto perfectamente redondeado, aunque sea aun en las hojas que forman parte de la roca. Por efecto de estas descomposiciones, de estas divisiones prismáticas, se ven muchas veces enormes peñascos desprenderse del precipicio cortándole á pico. En otras partes se ve al granito en descomposicion pasar insensiblemente á un granito arenoso grosero, despues á una arcilla amarillenta, mitad arena granítica y mitad arcilla, despues insensiblemente la arcilla predomina, dejando siempre percibir los granos graníticos de color de óxido de hierro, y á lo último no es mas que arcilla.

Todos estos hechos que se verifican igualmente en las montañas graníticas, situadas lejos de los mares, inducen á creer que la descomposicion hace un gran papel en la formacion de los granitos en capas de los gneiss por consiguiente, y aun de los micasquistos, que es tambien una de las grandes causas de los trastornos, rupturas, etc., de las montañas primitivas.

Si se pasa despues á considerar los esquistos apoyados sobre los granitos, no se puede menos de atribuir tambien á la descomposicion la mayor parte de las modificaciones que presentan, y en cuanto á sus inmensas hojas verticales, basta para explicarlas, ver las arcillas acumuladas por las aguas y penetradas por su filtracion, secarse al sol y al aire, para comprender esta verticalidad. Muchas veces en efecto estas arcillas recientes ó estas margas arcillosas, al desecarse se dividen en láminas verticales; este fenómeno observado en pequeño, llama la atencion muchas veces; transportado despues á las grandes hojas verticales de algunas montaña esquistosas, explica la verticalidad ó la inclinacion de estas grandes hojas mucho mejor que los alzamientos de que no se observa indicio alguno visible.

Ahora bien, estas observaciones, así como los efectos de la ley de descomposicion, parecen igualmente aplicables en un gran número de casos, á las montañas y á las formaciones secundarias.

Pero volviendo, con Breislack, á las montañas primitivas, la hipótesis de su formacion por el agua ó por el fuego, ofrece varias dificultades. La primera nace de la alteracion de las rocas que componen estas cordilleras. Porque si se les supone desde luego horizontales, como el granito, el pórfido y el gneiss, alternan entre sí sin regularidad alguna constante; lo mismo debia suceder en la posicion horizontal; y por esta razon no parece que se puede admitir con los Neptunianos precipitaciones regulares y sucesivas, primero de los granitos, y despues de los pórfidos, de los gneiss, etc. Esta hipótesis se hace mas inverosímil aun si consideramos la gran cantidad de materia que compone una cordillera de montañas.

Superficie de los Alpes. Se puede calcular la superficie de los Alpes en unas 6.000 leguas cuadradas. Aunque los cataclismos del globo hayan sido tan considerables como se quiera imaginar, se encontrará siempre dificultad en concebir una fuerza de la naturaleza suficiente para conmover y transportar esta masa enorme de materia ya consolidada. Se puede concebir que una parte del globo se hunda por el derrumbamiento de las cavernas subterráneas; pero que una masa de materias tan considerable como la que forma la cordillera de montañas, pueda despues de su consolidacion, ser levantada, derribada y sacada de su posicion original, esto parece un fenómeno que excede á las fuerzas conocidas de nuestro planeta. Seria igualmente inútil decir que numerosos cataclismos se han repetido muchas veces en diferentes puntos, puesto que la uniformidad de la direccion y de la inclinacion de algunas capas, en toda la extension de una misma cordillera, manifiesta que cada una de ellas se ha formado por decirlo así de una vez. Ebel ha demostrado que en la cordillera de los Alpes todas las especies de rocas primitivas, sin excepcion, estan dispuestas por capas y por bancos muy distintos y que tienen constantemente una direccion del O. S. O. al E. N. E. De manera, que en todos los sistemas de capas, no se ve en parte alguna el menor desórden, la menor curvatura ó traslacion irregular, sino que se observa en todas partes cierta uniformidad que no puede avenirse con la idea de los cataclismos ó de las revoluciones.

Los geólogos han observado que las cordilleras de montañas mas extensas, ya sea en Europa, en Asia, en Africa ó en América, tienen una direccion constante del O. al E., ó por lo menos se desvian muy poco de ella. Parece que esta direccion constante ha sido determinada por una fuerza de especie particular, y que indica una causa que ha obrado de una manera regular y uniforme, tal como seria el movimiento de rotacion del globo, que se verifica en efecto de O. á E.

«Nunca podré persuadirme, dice Breislack, de que las capas inclinadas ó verticales de las montañas hayan tomado esta posicion despues de su consolidacion, que en el principio hayan sido horizontales y que su situacion haya cambiado por efecto de los cataclismos y de las revoluciones acaecidas en el globo. Sé que esta ha sido la opinion del ilustre Saussure, cuya autoridad ha arrastrado á la mayor parte de los geólogos; sin embargo, ignoro si esta opinion puede conciliarse con la observacion de que en algunas capas inclinadas ó verticales, no suele verse ruptura alguna en espacios bastante extensos, y que algunas veces se encuentran sinuosidades ó curvaturas sin interrupcion alguna. No me parece que sea posible cambiar la posicion y doblar un cuerpo endurecido y solidificado sin romper las partes que le forman. Si se quiere sostener que la situacion primitiva de las capas ha sido horizontal, me parece mas verosímil pensar que su posicion ha cambiado cuando aun no estaban

afirmadas; y en el desarrollo de los gases tendremos, en mi opinion, una causa proporcionada al efecto que se quiere explicar. No debe sin embargo olvidarse que la estratificacion es algunas veces una apariencia producida por la descomposicion de la superficie de las montañas.

Breislack examina despues y combate la excavacion de los valles y la formacion de las grandes montañas, por la erosion de las aguas, ya sean meteóricas, ya de los rios, ya del mar; despues añade: «Como debemos razonar segun las ideas que tenemos, y con arreglo á las fuerzas que obran en la naturaleza, puesto que no conocemos ninguna que tenga una energía suficiente para abrir los valles, y formar esas grandes y profundas hondonadas que se encuentran en ellos, me parece muy verosímil pensar que estos fenómenos han acompañado á la primera consolidacion del globo, y por consiguiente que se deben considerar como impresiones dejadas en la superficie por las causas que produjeron su consolidacion, es decir, por el desarrollo de los gases, de la manera que le hemos explicado. Sin embargo, á esta causa que yo considero como la primera, se debe agregar, la de las hendiduras producidas por la contraccion de la materia terrestre durante su enfriamiento. Por consecuencia, considerando los valles, como contemporáneos de la consolidacion de las montañas, y formados por las mismas causas que produjeron las elevaciones, se sigue, que no son las aguas las que han abierto los valles, sino los valles los que han determinado el curso de las aguas.»

Refiriendo, pues, todas las montañas y los valles primitivos á la primera conformacion de la tierra, Breislack demuestra que han determinado la formacion de los depósitos secundarios, y tambien la de las montañas y de los valles que acompañan á estos depósitos, y que las mismas causas han podido verificar en ellos los mismos efectos despues de su transformacion; que asi la contraccion y la desecacion habran producido hendiduras, despues la gran causa de descomposicion habrá venido á ensanchar estas hendiduras, y á ocasionar por consecuencia hundimientos, alteraciones de equilibrio, etc., etc., y de este modo algunas capas se habran roto; otras apareceran retorcidas solo por el efecto del progreso de la descomposicion. Sin aceptar enteramente que todas las roturas de los terrenos secundarios sean debidas á esta causa, es indispensable concederla una parte bastante extensa en los hechos geológicos.

Como quiera que sea, todo nos conduce á deducir, que los relieves graníticos en su generalidad, pertenecen á la primera constitucion del globo, lo cual no impide admitir que en varios casos el granito ha podido ser la materia de eyecciones volcánicas, y por consecuencia encontrarse sobrepuesto á capas estratificadas.

Pero todos los geognostas concuerdan, dice Humboldt, en reconocer que los granitos primitivos, diferentes de algunos granitos mas rècientes, forman la base de toda la envoltura cortical del globo; sobre esta inmensa base reposan todos los terrenos estratificados, primarios, secundarios y algunas veces terciarios. Estos granitos primitivos forman por sus relieves, todas las inmensas cordilleras de montañas que surcan la superficie del globo. En algunos puntos solamente, se hallan cortadas ó coronadas por montañas piroxénicas de poca extension, ó por montañas de sustancias estratificadas. La roca granítica está algunas veces interrumpida por masas de tierra vegetal primitiva y nueva, que es una especie de arcilla por lo general amarilla, de grano muy fino, y sembrada de partículas granugientas de hierro, de arena cuarzosa, ferruginosa, micácea, que prueban la proximidad y cohexistencia de los granitos. Esta misma tierra cubre muchas veces el suelo granítico, y forma la tierra vegetal vírgen.

En resúmen, pues, el paralelismo general de las capas con una direccion constantemente en relacion con la de las grandes cordilleras de montañas, en medio de perturbaciones parciales; la independencia de las cordilleras primitivas de los estratos secundarios; las montañas ígneas ó volcánicas que cortan por su direccion, las primitivas cordilleras graníticas, mas vastas y menos extensas, nos conducen á dudar con Humboldt, que las grandes cordilleras alpinas, las montañas primitivas hayan sido alzadas. La gran extension de las capas de transicion y su direccion análoga en todas partes á las grandes cordilleras primitivas; la analogía de estos depósitos con los que vemos formarse todavía hoy en relacion con la direccion de las montañas; la inclinacion de las capas antiguas, en relacion con las inclinaciones locales de las montañas, como las que se forman hoy, y que se inclinan tambien en la misma relacion con las riberas de los rios; las quebradas de los mares y sus cadenas de montañas, prueban la existencia de las cordilleras de montañas desde el principio.

La presencia de los fósiles en los esquistos cristalinos primarios y de transicion, no permite atribuir el orígen á la liquidacion ígnea; la uniformidad de composicion de las montañas primitivas, la conformacion de las diferentes regiones del globo en relacion con estas montañas, no permiten atribuirlas á alzamientos posteriores; por otra parte, la mezcla y la alternacion de las calizas y de los esquistos cristalinos, no permiten atribuirlas á la causa ígnea primitiva.

Las modificaciones porfídicas, evidentemente posteriores, en la mayor parte de los casos, á las montañas graníticas; estos mismos pórfidos uniéndose por una cadena continua á los productos volcánicos, mientras que los granitos contrastan por su composicion, su testura, su vasta extension, su direccion regular, ya con pórfidos, ya con productos volcánicos, prueban que las cordilleras graníticas no son debidas á las mismas causas.

Los estratos mas ó menos contorneados ó verticales de las montañas primitivas, los trastornos y las roturas de estas montañas, parecen mas bien debidos al poder de la descomposicion, que ha obrado siempre y que produce aun tales resultados, que á alzamientos; otro tanto se debe decir de los estratos de las montañas secundarias. La verticalidad de las inmensas hojas de los esquistos primitivos, parece mas bien debida á su modo de desecacion y de filtracion de las aguas y á su cristalizacion, que á ninguna otra causa.

La imposibilidad de concebir el alzamiento de inmensas capas sólidas, sin que hayan sido rotas; la dificultad de concebir el alzamiento mismo de las masas inmensas de materias que forman las montañas, sobre todo cuando se considera que todas las grandes montañas tienen una misma direccion y que habrian debido, por consiguiente, ser elevadas por una causa que habria obrado de una manera regular y uniforme; la imposibilidad de atribuir la excavacion de los valles y la formacion de las grandes montañas á la erosion de las aguas, ya sean meteóricas, ya de los rios, ya del mar, obligan á referir los valles y las montañas primitivas á la primera conformacion del globo.

Evidentemente hay un espacio entre los últimos grupos secundarios y el suelo mas ó menos primitivo; porque si se puede determinar aproximadamente la edad relativa ó la posicion de los terrenos que se llaman peneano y hullífero, y de todos los depósitos superiores, esto no es ya posible para los últimos grupos llamados hemilisianos. En efecto, en la hipótesis misma de los trastornos, lo que se dice de las dislocaciones sucesivas experimentadas por la corteza del globo y de la posicion de los terrenos primordiales colocados ordinariamente sobre su corte, hace com-

prender que las superposiciones son enteramente insignificantes entre estos terrenos, que suponiendo que hayan sido levantados por una primera dislocacion, pueden haber sido hundidos en sentido contrario por una segunda, vueltos á levantar despues por una tercera, y asi sucesivamente, de manera que en la hipótesis misma de los alzamientos, las superposiciones sirven algunas veces mas para extraviar que para ilustrar al observador.

El estudio de los cuerpos organizados tampoco puede servir de guia, puesto que su diferencia por mas marcada que parezca, nunca prueba mas que una diferencia en las circunstancias biológicas.

Todas las hipótesis propuestas para explicar la formacion de los primeros terrenos hemilisianos y sobre todo de los granitos, se hallan tan llenas de dificultades irresolubles, que es imposible atribuir estas formaciones á las causas que obran actualmente. La gran semejanza entre la naturaleza química de las rocas de los terrenos porfídicos y graníticos, nos conduce á referirlos al mismo orígen; su diferencia de testura, unida al hecho de la infiltracion de las venas de granito en los pórfidos, ó vice-versa, de las venas de pórfido en los granitos, puede muy bien explicarse por la accion de la capa pastosa que envolveria el núcleo del globo, y que habria sido reducida á este estado por la accion del éter creado el primer dia.

La ausencia de los restos conocidos de seres vivos en el terreno talcoso, no hace mas que demostrar el estado actual de las observaciones, pero no prueba que no se encontraran. Aun cuando esta ausencia se demostrara como absoluta, esto probaria únicamente que no existia la vida en el globo cuando se formaron dichos terrenos.

La circunstancia de que los vegetales dominan en el terreno hullífero, mientras que los terrenos de antracito y de pizarra, no presentan en general mas que restos de animales, unida á la idea teórica de que no deberia haber tierras descubiertas en aquellas remotas épocas, han conducido á varios naturalistas á creer que los animales han precedido á los vegetales. Ahora bien, una teoría que llega á semejante conclusion, está juzgada y se refuta por sí misma; porque la vida animal no puede existir en manera alguna sin la vida vegetal.

Ademas, como los terrenos de antracito y de pizarra contienen restos de animales y aun indicios de vegetales, es imposible aceptar que estos terrenos hayan sido formados cuando el suelo estaba incandescente y las aguas alternativamente líquidas ó en vapor, como lo pretende la teoría plutoniana sobre el orígen del globo.

¿Cómo puede creerse en efecto, que hayan podido existir vegetales en un suelo demasiado caliente para conservar aguas permanentes, ó que haya habido animales acuáticos antes de la existencia de estas mismas aguas permanentes?

Finalmente se encuentran en los terrenos hemilisianos todos los grandes tipos de organizacion vegetal y animal.

Es preciso, pues, deducir: 1.° que los vegetales y los animales han existido á un mismo tiempo; 2.° que los terrenos hemilisianos se han formado la mayor parte como todos los terrenos que contienen restos orgánicos; 3.° que los terrenos de antracito y de pizarra han sido depositados de la misma manera; 4.° y por último, que la incandescencia primitiva de la tierra y de las aguas, es incompatible con los hechos naturales.

Asi la inmensa extension de los granitos primitivos y sus cordilleras de montañas, cuya formacion no puede explicarse por ninguno de los resultados de la causa ígnea ó de la causa acuosa, cuyos efectos podemos seguir hasta los granitos, ha hecho buscar su orígen en hipótesis que no tenian otro mérito que el querer reemplazar la accion creadora con suposiciones gigantescas, sin apoyo en los hechos conocidos, y sin verosimilitud racional.

La independencia de los granitos primitivos de todos los fenómenos ígneos ó acuosos, y por el contrario, la dependencia en que todos los efectos de estas dos causas, evidentemente posteriores á los granitos, se hallan respecto á esta roca y á sus cordilleras de montañas, prueban que los granitos primitivos son anteriores á toda la serie de los efectos que podemos atribuir á las causas segundas, á las causas físicas conocidas, y por otra parte, que su orígen no puede ser atribuido á estas mismas causas, puesto que nunca podemos conducirle á sus efectos ciertos, probables, ó aun verosímiles.

Estas inmensas bases graníticas son el primer asiento, el punto de partida desde el cual podemos seguir la accion de las dos causas acuosa é ígnea hasta nosotros; mas allá de esta base, la causa creadora es la única que puede satisfacer á la razon.

En efecto, la omnipotencia divina al crear la tierra necesariamente para un objeto, debia disponerla para este objeto. No podemos dudar que la tierra fue destinada á ser la mansion de los vegetales, de los animales, y del hombre; desde entonces era necesario que presentara cuencas de mar, continentes, montañas, valles y rios, con tierras vegetales primitivas. Ahora bien, esto es cabalmente lo que nos presenta la envoltura granítica del globo, con sus inmensas cadenas de montañas, entrecortadas ó cubiertas de tierra vegetal primitiva arcillosa, que se une y se encadena á los granitos. Estas cordilleras con excepcion de todo el resto, determinan las cuencas marinas en los continentes actuales; ellas solas han determinado los antiguos y dado orígen á todas las formaciones del suelo de terraplen. Reunen, pues, todas las condiciones exigidas por las leyes de los seres creados, para servir de punto de partida y corresponder al destino de la tierra. En tal caso, su direccion general en el mismo sentido, puede haber sido calculada con un objeto armónico, por una parte con el movimiento de la tierra, como parece en efecto, y por otra, como consecuencia, con las condiciones de existencia de los seres, y aun con el desarrollo de la humanidad en su evolucion sobre la tierra.

Despues de los granitos primitivos vienen los gneiss y los micasquistos tambien primitivos, es decir, los que no contienen ningun resto orgánico; podrian considerarse tambien como procedentes de la creacion de la tierra, sin embargo, como pueden explicarse por el concurso de la causa acuosa ó de la causa ígnea, se puede con bastante verosimilitud, considerarlos como sus primeros efectos, sin que pueda afirmarse con seguridad.

Los gneiss y los micasquistos de restos orgánicos y entremezclados de calizas ó alternados con ellas, asi como los trozos graníticos que se encuentran en el mismo caso, se prestan ya mucho mejor á ser reconocidos como los primeros efectos de las dos causas acuosa é ígnea, combinadas; lo mismo debe decirse de todas las rocas porfídicas primitivas; se observan en ellas los caracteres de la causa ígnea.

Planteada asi claramente la cuestion, seria importante exponer la extension y los límites de las cordilleras graníticas para cada grande cuenca, á fin de apreciar su influencia sobre los varios depósitos resultantes de su descomposicion y de los otros elementos que han venido á agregarse á ellos, y que todos han sido regidos en su direccion, su inclinacion, etc., por las de estas cordilleras primitivas. Pero esto no es posible en un trabajo de la naturaleza de este; nos contentaremos con hacer esta exposicion respecto de algunas cuencas, cuando hayamos buscado el orígen y el asiento de la causa ígnea volcánica, y reasumido todas las causas que han debido obrar

en estas cuencas primitivas para formar el suelo de terraplen.

Por el momento, creemos haber demostrado que la hipótesis de las revoluciones sucesivas por el alzamiento sucesivo de las grandes cordilleras de montañas, es inadmisible; que no puede ser sostenida ni *á priori*, ni *á posteriori*; que no tenemos absolutamente causa alguna natural conocida para explicar el orígen de estas montañas, y que solo la accion creadora resuelve esta cuestion de una manera racional.

CAPITULO XIV.

DE LOS VOLCANES, SU ASIENTO Y SUS CAUSAS.

No podemos seguir la causa ígnea volcánica mas allá de los pórfidos; ahora bien, estos pórfidos no son sino puntos dispersos, y por decirlo así, accidentales en las inmensas cordilleras graníticas. El eje volcánico que atraviesa el istmo mejicano de un mar á otro, corta la direccion general de las grandes cordilleras americanas; en otras partes los volcanes estan diseminados por zonas completamente independientes de la direccion general de las montañas.

Las erupciones porfídicas no son sino picos aislados de forma cónica, rara vez unidos en conjunto, diseminados sin órden, como por zonas, lo mismo que los volcanes modernos; como estos, los picos porfídicos afectan una direccion en un todo diferente de la de las montañas graníticas y muchas veces se les ve cortar estas últimas.

Todos estos hechos, unidos á lo que hemos dicho en el capítulo anterior, sobre las grandes cordilleras graníticas, prueban, á nuestro juicio, que no se puede buscar el asiento en el foco de los volcanes, en el centro de la tierra mas allá de los granitos.

Pues bien, ya que los granitos primitivos no pueden ser atribuidos á la misma causa que las rocas porfídicas y volcánicas, y que el asiento de los volcanes mas profundos no puede buscarse mas allá de los granitos, ¿cuál puede ser la causa del fuego y del calor desarrollados en los volcanes?

Segun Buffon, las sustancias vegetales y animales sepultadas en el seno de la tierra, los carbones, las piritas húmedas por el agua y que se inflaman espontáneamente, los betunes, son la causa del abrasamiento de los volcanes, que tienen su asiento en las capas esquistosas mas inferiores y sobre el suelo primitivo. El aire, segun él, es necesario á su combustion, al menos para mantenerla; da tambien otras pruebas de esta tesis que hemos explicado en nuestro capítulo segundo; Werner coloca tambien el asiento de los volcanes cerca de la superficie del suelo.

Lametherie ha analizado extensamente la cuestion de las causas y del asiento de los volcanes; las sustancias orgánicas, los betunes, los azufres, las piritas, las maderas fósiles, las turbas, los carbones, mantienen, segun él, y causan los fuegos volcánicos. Las aguas de los mares y aun las aguas dulces contribuyen tambien. Cita un gran número de hechos y de experimentos en su apoyo. Da razones graves para creer que los focos volcánicos pueden estar en todos los terrenos; pero mas principalmente en el suelo primitivo y de transicion.

Ahora bien, los hechos generales han venido á confirmar la tesis de estos sabios observadores, de cuya opinion han participado otros muchos; y el análisis que han hecho de los fenómenos volcánicos, parece dar en apoyo de su opinion pruebas que es imposible refutar y que la hipótesis del fuego central no puede contrabalancear, puesto que no puede demostrarse sino suponiendo que las montañas primitivas y volcánicas son sus efectos; es decir, que no puede probarse sino por lo que está en cuestion; y aun esta hipótesis es impotente para explicar todos los fenómenos volcánicos, tales como la presencia ó la produccion del agua, de los betunes, etc; y que las montañas primitivas no pueden, como hemos visto, serle atribuidas. Todo parece, pues, reunirse para demostrar mas y mas que el asiento de los volcanes es superficial y que sus fuegos tienen por causa agentes naturales conocidos, que proceden de los agentes físicos exteriores y de la descomposicion de las sustancias contenidas en sus focos.

Breislack, uno de los naturalistas mas dispuestos para estudiar los fenómenos volcánicos, y el que quizá los ha estudiado con mas cuidado, por mas tiempo y en mayor escala, va á proporcionarnos nuevos datos y nuevas pruebas en apoyo de nuestra tesis. Si modifica la manera de ver de Buffon y de Lametherie, acepta sin embargo el fondo y los puntos capitales.

Despues de haber examinado y discutido las opiniones de sus predecesores sobre la causa de los volcanes, Breislack recuerda sus trabajos de 1798, en los cuales sus conjeturas estaban limitadas al Vesuvio; pero le parece muy probable que las causas generales de que dependen los abrasamientos de los volcanes, pueden recibir modificaciones correspondientes á la diferente naturaleza de los lugares en que se forman. El Etna y el Vesuvio son volcanes en actividilad, y no obstante los vapores del primero abundan en ácido sulfúrico, los del segundo, en ácido muriático.

Ahora bien, la antigüedad muy remota del Vesuvio, la multiplicidad, la intensidad y la intermision de sus incendios, no pueden, segun Breislack, adaptarse á la hipótesis de la combustion de los carbones, de las piritas ó de los sulfuros metálicos. «Desde que los sulfuros de hierro se inflaman, caminan hácia su destruccion, y en una mina de carbon fósil en combustion, el fuego debe apagarse despues de algun tiempo, cuando la sustancia carbonosa se haya consumido; no obstante esto, los sulfuros metálicos pueden descomponerse tranquilamente y durante algunos siglos; pero sin inflamarse, y en su descomposicion produciran vapores y calor. Tenemos ejemplos en las lagunas de Toscana y en la solfatara de Puzzola, que desde el tiempo de Strabon producian muchos vapores.

»Hay muchas materias bituminosas en la cordillera del Apenino que pasa al Este del Vesuvio, y parece que en esta extension de país hay una gran cantidad de carbon fósil ó de arcilla bituminosa. Tenemos vestigios en Gifon, en el principado de Salerno en la provincia de Monte-Fusco, y aun le he encontrado en los alrededores de Benevento. La piedra caliza fétida de Castellamare está impregnada de betun, y la caliza fétida es ordinariamente vecina de las sustancias bituminosas. Hay sulfuros de hierro en esta misma cordillera de montañas; y si se encuentran en la superficie de la tierra, es probable que existan generalmente en el seno de la misma montaña. Es asimismo muy probable que los sulfuros de hierro se hallen, ó mezclados con las sustancias bituminosas, ó poco distantes de ellas. Los carbones fósiles y las piritas yacen por lo comun juntos y en las mismas comarcas. Si las piritas penetradas por la humedad, se descomponen lentamente sin inflamacion, resultará un calor que obrará sobre las sustancias bituminosas, y hará destilar el petróleo. Ademas, los carbones fósiles son ricos en azufre y en amoniaco, sustancias que deberan unirse al petróleo que tiene la facultad de disolverla.

»Por lo tanto yo comprendo, en los lugares en que está situado el Vesuvio, vacíos y cavernas subterráneas. No me parece que se puede dudar de su existencia y de su extension. Toda la materia que compone el Vesuvio, el Monte-Somma, la base de estas dos montañas y algunas millas en los alrededores (materia que ha sido fundida ó modificada por el fuego ó arrojada en pedazos desprendidos por la fuerza de la explosion), toda esta materia, digo, habiendo salido

de las entrañas de la tierra, ha debido dejar en ella varias cavernas en las cuales el volcan trabaja actualmente, extendiendo cada vez mas su foco. Concibo pues, que el petróleo destilado por los Apeninos se reuniera en estas cavernas subterráneas. Tambien me parece muy probable que el petróleo se cargara de una materia fosfórica y de cierta cantidad de agua saturada de muriato de sosa. La primera conjetura estaba fundada en la observacion de que la piedra caliza del Apenino de Castellamare, cerca del Vesuvio, pulverizada y echada al fuego, da una luz fosfórica verdosa, como la de Estremadura y de Marmarosch. He repetido varias veces este experimento con algunas variedades de carbonato calizo de este punto, y he encontrado siempre el mismo efecto. Se sabe al presente que el fósforo y su ácido son abundantes en los fósiles. En cuanto á lo que concierne al agua saturada de sal marina, me inclinaba á creer que se reunia en los huecos del Vesuvio con el petróleo en vista de la cantidad de muriato de sosa que existe en los Apeninos, al Este del Vesuvio. Las aguas de Castellamare, estan cargadas de muriato de sosa; cerca de las ruinas de Pestum, hay un rio de agua salada, y en las cercanías de Avellino, hay varias fuentes igualmente de agua salada. Como todos los fluidos que circulan en el globo tienden hácia las partes mas profundas, es decir hácia el mar, me parecia muy natural que estas diferentes sustancias fluidas se dirigiesen por canales subterráneos hácia las profundidades del Vesuvio, situado á la orilla del mar. Siendo el petróleo específicamente mas ligero que el agua salada, debe sobrenadar en ella; es volátil y como produce gas hidrógeno se inflama con mucha facilidad. Si una corriente de materia eléctrica fulminante se esparce en las cavernas del volcan, deberá inflamar el petróleo. La cantidad de materia eléctrica que se desarrolla en las erupciones, y las detonaciones subterráneas que son muy frecuentes en estas circunstancias, dan mucha verosimilitud á esta conjetura; añadiré que sin la intervencion de la electricidad podrá verificarse alguna inflamacion en virtud de un cambio de temperatura producido por alguna fermentacion subterránea.

»No veo principio alguno de física que repugne á esta hipótesis, fundada en todas sus partes en la observacion local, y que en mi opinion, satisface tambien á los fenómenos. Con ella, se pueden explicar las inflamaciones volcánicas y su intermitencia, igualmente se ve el orígen; 1.° del ácido muriático que abunda en el Vesuvio; 2.° el muriato de amoniaco y el muriato de sosa que se subliman en los vapores de algunas lavas: el de 1794 fue muy rico en estos dos productos salinos; 3.° de la cantidad de ácido carbónico que se desarrolla en cada erupcion; 4.° del azufre y del ácido sulfúrico y sulfuroso, segun los diversos grados de oxigenacion. Se puede aun conciliar en esta hipótesis la opinion de esos físicos que quieren absolutamente hacer obrar el agua en las erupciones volcánicas.

»Las mismas hendiduras por donde se han introducido el petróleo y el agua saturada de muriato de sosa, presentan un libre paso al aire que se introduce en las entrañas de la montaña y llena sus huecos. El fuego encendido en las profundidades del volcan absorberá el aire por todos los respiraderos que se dirigen á él, y cuanto mas estrechos y prolongados sean, mas fuerte será la accion del viento: estos respiraderos haran el oficio de ventosas. Si hay alguna dificultad en admitir la circulacion del aire en el interior del volcan inflamado, y si no se quiere reconocer la presencia del aire atmosférico, aun al principio del incendio, parece que no se puede excluir de estas inmensas cavernas una gran humedad, es decir, una cantidad considerable de agua en estado de vapor; esta por su descomposicion podría prestar oxígeno á la materia combustible, y si el azufre se encuentra aun con el petróleo, las inflamaciones deberan verificarse con mayor facilidad.»

Tales eran las ideas publicadas por Breislack, en 1798; las reprodujo en 1812, y añadió lo que sigue: «Me parece que el betun fluido, ó bien el petróleo, es la materia por cuyo medio se pueden mas fácilmente explicar los fenómenos volcánicos, y que es el principal agente de estos terribles fenómenos, á pesar de que su accion puede ser modificada en los diferentes lugares por el concurso de las otras sustancias. Bergman, confrontando los productos volcánicos y los fenómenos que se observan en los diferentes lugares, y que se manifestaron desde los tiempos en que nuestras historias describen los cambios notables de algunas partes de la superficie terrestre, encontró en ellos una correspondencia de materias y de operaciones, que no era posible dudar de que la causa de todos los volcanes fuese la misma, cuyos efectos eran mas ó menos modificados por las circunstancias.

«Me parece que esta causa general es el petróleo, sustancia abundantemente esparcida en el reino fósil; siendo fluido, corre por las aberturas de la tierra, y circula por los canales internos en el agua. Puede formarse en algunas partes una masa considerable de él, la cual se consumirá por una combustion producida por alguna de esas circunstancias que son tan frecuentes en la naturaleza. El incendio durará tanto tiempo como sea necesario para consumir el lago de petróleo, y será mas ó menos intenso segun el grado de intensidad de la combustion, y segun la cantidad de la sustancia combustible. Cuando toda la masa esté consumida y el alimento haya cesado, los fenómenos quedaran suspendidos hasta que se haya reunido una nueva masa bituminosa suficiente, y se le agregue una causa capaz de inflamarle.

»Las masas de petróleo pueden formarse, consumirse y renovarse; pueden tambien cesar enteramente si su manantial se agota ó toma otra direccion, como vemos que sucede en las corrientes subterráneas de las aguas; pueden arder lentamente ó formar una combustion rápida, segun las circunstancias en que se inflamen ó segun las materias con que se mezclan.»

»El betun fluido se ha esparcido con profusion, en todas las partes del globo; en diferentes puntos de Italia se encuentran pozos abundantes de petróleo; la Sicilia abunda en petróleo, y en el golfo de Bengala, en Asia, se saca el petróleo de quinientos pozos. Hay en Persia pozos abundantes de petróleo; sobre el mar Caspio se saca una cantidad suficiente para dar al príncipe de aquel país una renta de 200,000 francos; en la isla de Sumatra, donde arden cuatro volcanes, los manantiales de petróleo son muy comunes; en Inglaterra, se vió correr durante algun tiempo en una mina de carbon fósil un arroyo de betun; en la falda del Cáucaso, en la península dé Abcharan, segun las relaciones de Bieberstein, hay en la inmediacion de algunos lagos de agua salada, manantiales abundantes de betun y de nafta; finalmente, Dampier habla de un betun fluido que sale de la costa de Amapalla en Méjico, donde se encuentra un terrible volcan; fenómeno muy semejante al que se observa en el mar en la base del Vesuvio.

»En el departamento del Puy-de-Dome en Francia, que en diferentes épocas ha sido trastornado por los volcanes, las materias bituminosas abundan; la reunion de las sustancias volcánicas, de los manantiales de petróleo, y de los estanques de agua salada que se encuentran en el departamento del Erault, merece una atencion particular.

»Terminaré el catálogo de estas noticias, refiriendo una observacion de Dolomieu inserta en la *Disertacion de Bergman sobre los productos volcánicos*, impresa en Florencia con sus notas:

»Las escorias recientes que cubren las lavas, dan muy frecuentemente indicios inequívocos del aceite de piedra; son grasientas, untuosas, fuliginosas, y hacen detonar al nitro; pero pierden al poco tiempo

estas partes oleosas, y no conservan de ellas indicio alguno. Citaré tambien un hecho, que parece dar mucha importancia á mi opinion: Gay Lussac, Buch y Humboldt, habiendo subido al Vesuvio cuando este volcan estaba en actividad, fueron rodeados de una masa de vapores muy densos y negros, ¿cuál fue la sensacion que experimentaron simultáneamente? Huele á asfalto, se dijeron unos á otros. Este olor es precisamente el del petróleo. Esta sensacion se renovó siempre que fueron envueltos por estos mismos vapores.

»Cuando yo publicaba mis ideas en 1798, no podia persuadirme de que debiesen recibir siete años despues tanto peso, por una observacion tan uniforme, y yo diria casi tan decisiva, por tres personas cuya autoridad debe ser considerada en mucho. Sin embargo, si el manantial de petróleo que se ve en el mar, en la base del Vesuvio, me sugirió la idea de aplicar esta materia para explicar el orígen de sus inflamaciones, esta opinion habia sido propuesta mucho tiempo antes de mí por el célebre Bergman, que encuentra en el petróleo una de las materias mas propias para la explicacion de los fenómenos volcánicos, de manera que yo no he hecho mas que reproducirla con algunas modificaciones, dándola un desarrollo mayor.»

Las consideraciones sólidas de Breislack, y los hechos numerosos sobre que se apoyan, no permiten dudar apenas de que los betunes fluidos ó el petróleo, juegan un gran papel en la inflamacion de los volcanes, lo cual no impide que en varias circunstancias las aguas y los sulfuros metálicos etc, puedan determinar un foco volcánico, como lo han creido varios autores. Pero en todos los casos, la electricidad que se manifiesta en tanta abundancia en los fenómenos volcánicos, viene á ofrecer una nueva causa natural y conocida. Por mas que digan, pues, los partidarios del fuego central; por mas que aleguen que estas causas son demasiado reducidas para producir los efectos que las atribuyen, no es menos cierto que son naturales, comprensibles, susceptibles de análisis y que se hallan en relacion por todos los puntos con los fenómenos volcánicos, que son todos locales y variados en sus efectos é intermitentes como estas causas. Mientras que el fuego central tendrá siempre que deber su orígen y su causa á sí mismo, y si esta causa es la misma que asignamos, no puede rechazarlas; si es diferente, ¿cuál es? ¿Por qué una causa tan inmensa no tiene mas que efectos locales, limitados y tan variables, cuando deberia ser siempre la misma?

Presentar los volcanes y las montañas primitivas como pruebas del fuego central, es suponer demostrado lo que está en cuestion, es resolver la cuestion por la cuestion misma, lo cual nunca puede probar nada. No sucede lo mismo con las causas naturales conocidas que son deducidas de los hechos, de los fenómenos y las leyes físicas; se verifican por todos los fenómenos y los efectos de los volcanes que explican de una manera satisfactoria.

Una vez abandonada la hipótesis del fuego central por la imposibilidad de apoyarla, y por el contrario admitida la teoría de los volcanes por las causas naturales, locales y conocidas, resultan varias consecuencias útiles de notar.

En primer lugar, no pudiendo verificarse la inflamacion de los volcanes mas que por la reunion de los elementos naturales, ya sean acuosos, ya bituminosos, etc., es preciso admitir que la accion de las aguas y de las descomposiciones orgánicas, de donde parecen resultar los betunes, han debido preceder á los desarrollos de la causa ígnea. No obstante, si se admite que los elementos de la tierra, inmediatamente despues de su creacion, podian no estar oxidados en parte, y que el calor y la electricidad unidas al agua, podian obrar sobre estos elementos, se concibe que han podido determinarse entonces descomposiciones y nuevas combinaciones químicas, que habrian producido los pórfidos primitivos. Al principio, segun el Génesis, la tierra estaba toda cubierta por las aguas, y el poder creador produjo primero la luz, por la cual se debe entender el fluido general incoercible, agente de los fenómenos luz, calor, electricidad y magnetismo; bien que este fluido general haya sido creado entonces, bien que haya sido separado de los elementos del agua y de la tierra, para existir independiente, no es menos admisible que su accion sobre los elementos de la tierra y de las aguas ha podido determinar aquí y allá focos volcánicos primitivos, á los que se podrian referir los pórfidos graníticos.

Algunos alzamientos parciales, algunas dislocaciones, algunas cavidades subterráneas asimismo han podido ser entonces el resultado de estos primeros fenómenos ígneos que duraron hasta que la oxidacion de la superficie del globo se operó á cierta profundidad. Una vez efectuada esta oxidacion, los fenómenos primitivos ígneos cesaron por falta de alimentos. Mas tarde, cuando la causa acuosa y las descomposiciones orgánicas hubieron preparando nuevos focos y nuevos alimentos, los fenómenos ígneos secundarios empezaron.

Si fuese preciso aun aceptar la produccion de las montañas primitivas por los agentes naturales, lo que no nos parece demostrable, necesario, ni exigido por ninguno de los hechos geológicos conocidos, juzgamos que la creacion del fluido etéreo general, tal como le hemos definido, satisfaria las exigencias de la ciencia. En efecto, Dios, al crear los seres, los ordena inmediatamente con sus propiedades y sus leyes para que entren desde luego en funcion en el universo. Ahora bien, la creacion del fluido etéreo, cuyas influencias magnéticas, eléctricas y caloricas medimos en parte, habrá podido muy bien determinar alrededor del núcleo de la tierra esta cubierta pastosa, supuesta por los Plutonianos menos obstinados, y por la cual habran sido producidas las montañas y los valles primitivos, las grandes cordilleras graníticas, las eyecciones pórfido-graníticas, quizá los gneiss, los micasquistos, y la mayor parte de los primeros esquistos cristalinos. Por este medio tambien habrian sido abiertas las primeras cuencas de los mares.

La direccion uniforme y general de las grandes cordilleras graníticas primitivas en relacion, como hemos visto, con el movimiento de la tierra, concuerda con esta causa general, resultado de la primera accion del fluido etéreo universal, sobre todos los puntos del globo á la vez en el momento de su creacion, ó de su separacion de los otros elementos por la voluntad del Criador. Como todos estos grandes sistemas de montañas llevan la señal de una produccion única y por un solo movimiento, este gran fenómeno habrá exigido tanto menos tiempo, cuanto que todo era nuevo y tenia la energía de la creacion instantánea. En esta manera de ver que proponemos sin adherirnos á ella, no hay inconveniente alguno de los que la ciencia encuentra en la hipótesis del fuego central, en la de un calor primitivo sin orígen y sin causa; nada se opone en las ciencias físicas á nuestra proposicion, y ademas, concuerda con la ciencia moral, puesto que en definitiva, no es mas que el primer resultado general de las leyes y de las propiedades de los seres creados, cuya accion é influencia mutuas poco mas ó menos semejantes ó análogas vemos aun continuarse en una escala menos extensa y menos general, porque el equilibrio se halla establecido desde la creacion.

Como quiera que sea, una segunda consecuencia, que resulta de los hechos conocidos, y de las causas atribuidas á las inflamaciones volcánicas secundarias, es que la causa ígnea es intermitente y no continua en la misma localidad y que esta intermitencia es mas ó menos irregular, á diferencia de la causa acuosa que es mas continua y cuyas intermitencias son periódicas, en general cortas y regulares.

Una tercera y última consecuencia, es, que las modificaciones producidas en la superficie del globo por la causa ígnea, no han podido ser mas que locales y nunca generales, aunque muy multiplicadas.

Despues de haber refutado las diversas hipótesis de revoluciones sucesivas por el exámen profundo de los efectos de la causa acuosa y de la causa ígnea, y haber demostrado que estas dos causas no han cesado de obrar de una manera continua y sincrónica desde las primeras épocas geológicas hasta el presente, debemos, antes de ir mas lejos, resumir las leyes generales y armónicas de la creacion que deben servirnos de guías en la verdadera teoría de la tierra, y resumir tambien las causas naturales que han presidido á las modificaciones que la superficie del globo ha experimentado desde su creacion.

En efecto, hemos demostrado que los seres fósiles como los seres vivos han exigido, para existir, un conjunto de leyes y condiciones armónicas que las teorías geológicas no pueden quebrantar sin hundirse por sus bases; ademas, que siendo fundamentalmente la misma la organizacion de los seres fósiles que la de los seres vivos, es necesario tambien admitir, que han sido sometidos á las mismas leyes armónicas; finalmente, hemos probado que las causas naturales aun en accion, han obrado siempre desde los terrenos mas antiguos hasta los mas modernos, Es pues importante formarse una justa idea de las causas modificadoras del globo y de las leyes armónicas de los seres, antes de ensayar una teoría geológica cualquiera.

I. *Leyes armónicas de los seres y de la creacion.*

La ley mas general de los seres creados es la que nos los presenta todos como funciones unos de otros en la armonía universal que resulta de sus leyes especiales; es decir, que cada grupo de los seres es necesario á todos los demás, y llena por consiguiente una funcion hácia cada cual. En esta ley estan incluidos todos los demás, como nos será fácil demostrarlo de nuevo.

En un principio el fluido etéreo general que siempre hemos presentado como el agente principal de la luz, de la electricidad, del calor y del magnetismo, es en efecto, el manantial de estos fenómenos. Nuestra teoría acaba de ser confirmada últimamente por la experiencia. El R. P. Maas, profesor de física en el colegio de Paz, en Namur, guiado por su teoría sobre la electricidad, ha conseguido transformar el calor solar en electricidad. Este descubrimiento importante nos admira tanto menos, cuanto que viene á confirmar plenamente nuestra tesis.

Ahora bien, el fluido etéreo asi comprimido, es necesario á las aguas, al aire, á la tierra, á los cambios y á los estados que preside. Es el agente de las composiciones y descomposiciones químicas que se operan en las aguas, en el aire y en la tierra. Es asimismo el agente principal del movimiento astronómico, como lo hemos demostrado. Es el principio de la vegetabilidad ya como luz, ya como electricidad; obra continuamente en la germinacion, la nutricion y el crecimiento de las plantas. Se convierte en fluido electro-nervioso de los animales, y por consiguiente uno de los agentes principales de la vida orgánica. Este fluido es, pues, funcion de todos los seres físicos; sin él no hay vida animal, no hay vida vegetal, no hay composiciones ni descomposiciones, no hay movimiento en el cuerpo. Encadena todos los seres físicos entre sí y forma el vehículo de su influencia recíproca, de los unos sobre los otros, y sin todos estos seres su accion seria incompleta; porque hay cambio de electricidad entre la tierra y el sol; entre la tierra, las aguas y la atmósfera; entre estos grupos y los vegetales y animales. Por consiguiente, si faltase uno de estos grupos de seres, el equilibrio general y armónico del fluido etéreo seria en parte roto.

El aire, ó mas generalmente la atmósfera, está sometido á la accion del fluido etéreo, pero tambien en él hay funcion, puesto que le sirve de vehículo, de modificador, de recipiente, como lo prueban todos los hechos y todos los experimentos de la luz, de la electricidad y del magnetismo. Ademas, el aire es necesario á los animales terrestres que le respiran naturalmente, á los animales acuáticos que le respiran en el agua, á todos los vegetales, que se decoloran y no pueden reproducirse cuando estan privados de él. Ademas es modificado por las aguas, por los vegetales y por los animales, hasta el punto que puede hacerse impropio para la vida, cuando sus elementos estan dominados por gases deletéreos ó asfixiantes; prueba evidente de que la atmósfera no ha podido experimentar graves modificaciones en su constitucion desde que hay animales y vegetales, y que las teorías geológicas que se apoyaran en graves modificaciones de la atmósfera deben ser consideradas como si no existieran.

De la accion recíproca del éter y de los elementos atmosféricos, resultan los diversos meteoros, vientos, lluvias, tempestades, etc., que obran sobre la tierra para modificar la superficie, y sobre todos los seres que la habitan.

El agua contiene aire y cierta cantidad de éter, que bajo el nombre de calor, la hace sólida, líquida ó gaseosa, segun la cantidad de calor que absorbe; proporciona á su vez aire, por sus evaporaciones, su descomposicion, y obra en los fenómenos del fluido etéreo general; es necesaria á los vegetales y á los animales bajo sus dos formas líquida y gaseosa. Es, pues, funcion de todos estos seres, lo que es tambien de la tierra, porque obra continuamente en su superficie para modificarla, ya sea directamente diluyéndola, desgastando y transportando los fragmentos de esta superficie, ya indirectamente por los animales que alimenta, y cuyos despojos calizos aumentan la parte sólida del globo.

Los vegetales estan sometidos á la influencia del éter, del aire y del agua; pero tambien obran sobre ellos; desarrollan continuamente y absórben electricidad; toman del aire los elementos que le harian impropio para la vida animal, el carbono, y le prestan oxígeno; si absorben agua, ya sea líquida, ya gaseosa, contribuyen tambien á su renovacion, á su condensacion atmosférica, á su reunion en manantial y á su salida en la superficie y en el interior del suelo en los lugares donde se hallan en bastante cantidad para producir todos estos fenómenos. Son, pues, funcion del fluido etéreo, del aire y de las aguas. Obran tambien sobre la tierra para desagregar sus elementos componentes, para aumentar su humus y sus partes carbonosas. Finalmente, son necesarios á los animales, ya como elementos de nutricion, ya como agentes preparadores del oxígeno del aire para la respiracion.

La tierra en su parte sólida se halla sometida á todas las influencias de los seres precedentes, pero á su vez es el asiento de todos sus fenómenos, y por su movimiento anual y diurno, contribuye á mantener la salubridad en el aire y en el agua, y concurre de este modo á la produccion y mantenimiento de las condiciones necesarias á la existencia de los seres orgánizados que deben vivir en su superficie y de que por consiguiente es funcion.

El sol, la luna, y los astros, son tambien funciones de la tierra y de todos los seres que la habitan. En primer lugar, obran sobre el fluido etéreo, general, para ponerle en movimiento; sin ellos, la tierra permaneceria inmóvil; y la influencia combinada del sol y de la luna, es la que determina las mareas atmosféricas, las de los mares, y la que por estos movimientos

contribuye á mantener el aire y las aguas en el estado de pureza y de salubridad conveniente; contribuyen á la evaporizacion de las aguas que se condensan despues para volver á caer en forma de lluvia. Nadie ignora la influencia del sol sobre la vegetacion, ni su accion benéfica sobre el reino animal. La luna á su vez obra muy fuertemente sobre la vegetacion, sobre la ascension periódica de la savia y del crecimiento de las plantas sobre la descomposicion de los cuerpos organizados, cuya putrefaccion precipita; sobre las rocas de la superficie del globo que altera continuamente haciendo pasar su testura compacta á la testura mas ó menos hojosa ó granugienta, El sol, la luna, y los astros, determinan las condiciones de existencia de los seres organizados sobre la tierra, y por consiguiente, son una funcion de ellos.

Los animales se hallan sometidos á todas las influencias de los grupos precedentes, sin los cuales no podrian existir. A su vez obran sobre todos estos grupos. Hay un equilibrio armónico entre la respiracion de los vegetales y la de los animales; los primeros aspiran el gas que los segundos espiran, y recíprocamente; de manera, que si no hubiera mas que vegetales, podrian acabar por agotar los gases de su respiracion. La electricidad vegetal y la electricidad animal, forman otro equilibrio tan necesario á los unos como á los otros; los animales desprenden continuamente electricidad y la absorben; lo mismo sucede con los vegetales, y hay cambio entre los dos reinos. Si los animales se alimentan de los vegetales, un gran número de vegetales se alimenta tambien de los restos de animales, ya sea líquidos, ya gasificados por la descomposicion. Los dos reinos son, pues, evidentemente funciones uno de otro; estan hechos el uno para el otro, y no pueden estar separados en su existencia. De manera, que toda teoría geológica que tuviera por consecuencia la existencia de los vegetales, aislada mucho tiempo de la de los animales, destruiria evidentemente la ley armónica y general de existencia de los seres, y deberia por esta razon ser considerada como falsa.

Sin vegetales y sin animales, el reino mineral seria inútil, y se hallaria en una especie de inercia; no se aumentaria, ni experimentaria mas que movimientos de composicion y descomposicion muy limitados. La electricidad, no hallándose ya atraida y puesta en movimiento por los vegetales y los animales, no obraria de una manera tan continua sobre los minerales.

Sin los reinos mineral, vegetal y animal, el fluido etéreo general, careceria de objeto y existiria sin movimiento, sin accion, y sin fenómenos. Todos los reinos, son pues, funciones unos de otros. Este gran hecho, no abraza, sin embargo, tan completamente al hombre físico; puede, en efecto, dejar de existir, sin que el resto sea destruido, sin embargo, ciertos vegetales, y un número mucho mayor de animales domésticos, no puede casi existir sin él, lo que basta para probar que es necesario á algunas partes de estos dos reinos.

Pero si se considera que el hombre inteligente y moral, es el término, el objeto de existencia de todos los otros reinos, su resúmen, su causa final, será fácil comprender que por su anonadamiento ó su ausencia el resto de la creacion hecha para él, no teniendo ya razon de existir, seria una anomalía sin objeto, una fantasmagoría que deberia desaparecer.

De todos nuestros estudios anteriores, y de las consideraciones que acabamos de reasumir, se deducen grandes consecuencias.

1.ª Que la creacion del mundo físico, del mundo intelectual, y del mundo moral, no es mas que un todo, que una sola y grande armonía en la concepcion del Criador, y en su realizacion exterior.

2.ª Que todos los reinos de la creacion forman un plan general, cuyos grados son todos necesarios, y se hallan tan encadenados unos á otros, que si uno llegara á ser destruido, ó si faltara durante un largo intervalo de tiempo, el órden seria turbado ó no podria existir; y que varios de los otros órdenes desaparecerian tambien ó serian anulados en sus funciones; asi llegando los animales á desaparecer, los vegetales no tardaran en ser aniquilados, porque su accion no será contrabalanceada, no tendran todos sus elementos de nutricion, y caeran bajo la influencia exclusiva y destructora, cuando es sola, de los reinos mineral y fluido.

3.ª Se sigue de aquí que la creacion ha debido ser ejecutada en una sucesion de tiempo muy corta, sin la cual estos diferentes reinos, sobre todo los intermedios, no hubieran podido existir; los vegetales y los animales se hallan en este caso; los otros reinos no lo estan sino en parte, pero en cualquiera otra hipótesis, existirian sin razon alguna, sin objeto de existencia, sin accion, sin fenómenos, y aun no habrian podido ser lo que son, ni sobre todo producir lo que se quiere que hayan producido, por ejemplo, la cubierta cortical de la tierra, puesto que no habrian tenido materiales.

Estas conclusiones son principios de gran importancia, puesto que nos dan la gran ley de armonía de los seres de la creacion.

4.ª Otra consecuencia de todos nuestros estudios, es que cada reino forma un plan particular limitado y distinto de todos los otros, pero propio para armonizarse con ellos en el plan general.

5.ª Que el reino vegetal y el reino animal, formando, sobre todo el último, una serie de planos diversos y basados unos sobre los otros, son, por consiguiente una sola y única concepcion, demostrable, y tan bien encadenada en sus grupos y sus especies, que se pueden observar los anillos y las lagunas; siendo ademas estos animales necesarios unos á otros, han debido ser concebidos y creados todos juntos de una vez.

En efecto, los animales inferiores viven en gran número de los distritos de los animales superiores; muchos hacen presa en los animales superiores vivos; asi la hidra verde, que no es mas que un saco rodeado de tentáculos, se apodera de los insectos y de otros animales articulados, de tamaño mucho mayor que ella. Lo mismo sucede con otros varios pólipos. Los erizos de mar, que carecen de algunos sentidos, y que no son mas que radiarios, se alimentan de cangrejos y de otros crustáceos mucho mas completos que ellos en su organizacion. Los moluscos cefalópodos, tales como los pulpos y los calamares, comen peces. Una multitd de animales articulados viven parásitos sobre los peces, las aves, los mamíferos y sobre el hombre mismo, y no viven y se desarrollan sino de este modo. Los peces se alimentan en verdad, de animales marinos, pero tambien hay algunos que se alimentan de animales terrestres. Muchos reptiles se alimentan de aves y de mamíferos. Hay tambien aves que se alimentan casi exclusivamente de mamíferos; estos hechos, que podriamos desarrollar, considerándolos en cada género, en cada familia, demuestran de la manera mas positiva y concluyente, que el reino animal es todo uno, y que no ha podido existir parcialmente en sus grandes grupos. Porque si se puede decir que ciertos animales han podido y podrian hacer su presa en otras especies que las que atacan ordinariamente, no se puede sostener este hecho muy verdadero, pero que tiene sus límites, respecto al reino animal, en el cual los hechos generales nos muestran que no solo las especies superiores tienen necesidad de las inferiores, sino que estas tambien necesitan de aquellas. De donde se debe deducir, que el reino animal ha sido creado todo junto. Esta conclusion es tambien de la mayor importancia y merece meditarse detenidamente.

6.ª Finalmente, resulta como última consecuencia

de todos nuestros estudios, que las leyes que rigen el mundo actual, no son mas que el resultado de las relaciones y de las propiedades de todos los reinos de la naturaleza, armonizados los unos con los otros; que por consiguiente, estas leyes no han podido existir antes de que las relaciones estuvieran establecidas; y por lo tanto, estas leyes no han podido presidir al arreglo ni á la disposicion de este mundo, sino á sus modificaciones que son un producto de estas leyes.

Puesto que la creacion de todos los seres ha debido efectuarse al mismo tiempo, la tierra no puede formar excepcion; ha debido ser creada á propósito para entrar en armonía con todos los demás grupos de la creacion, y especialmente con los vegetales, los animales y el hombre, y por consiguiente con mares y continentes ó islas, con montañas y valles; y sobre esta tierra primitiva las leyes y todos los grupos de seres creados, han obrado para producir las modificaciones que nos presenta el suelo, y cuyas causas naturales debemos recordar.

II. *Causas naturales de los fenómenos geológicos.*

La primera causa de modificacion de la superficie del globo y la mas general, es la que se debe á todos los agentes que se pueden llamar atmosféricos; estos son la electricidad y todos los fluidos incoercibles, el aire, los varios gases que se contienen en él, los vientos, la sequía y la humedad, etc.

1.° La *electricidad* circula continuamente en el suelo y en la atmósfera; determina descomposiciones y combinaciones nuevas; por otra parte, se han observado en un gran número de puntos, y en varias rocas, indicios de fusion producida por el rayo en las montañas elevadas; en otra parte, son canales muy profundos abiertos en la arena, y cuyas paredes estan consolidadas por la fusion del cuarzo mismo; ó bien son enormes pedazos de rocas volteadas por el rayo, arrancadas de su sitio, lanzadas á grandes distancias ó rotas de diferentes modos.

Las variaciones del calor, el aire, los gases atmosféricos, la sequia y la humedad, obran muy fuertemente sobre la mayor parte de las sustancias minerales, y no hay una sola roca que no presente indicios en el exterior. Las desagregaciones producidas por el aire y los diferentes gases, son aumentadas por las infiltraciones de las aguas meteóricas, por los hielos y los deshielos que arrastran continuamente los restos para dar lugar á nuevas desagregaciones. Estos efectos son tanto mas prontos, tanto mas sensibles, cuanto mas susceptibles son las materias de absorber la humedad, y de privarse de ella mas fácilmente por la sequía, alternativas que producen una descomposicion y una degradacion muy rápidas cuando se repiten muchas veces, como sucede en las montañas. A todas estas causas cuyos detalles se encuentran en los libros especiales de geologia, y que, ademas, se encuentran en todas partes, se debe añadir la accion desagregadora de los rayos de la luna sobre todas las piedras que ilumina.

Se atribuye á todas estas influencias la degradacion que muchas rocas presentan en la superficie de los continentes. En casi todas las canteras, hay necesidad de sacar primero una masa considerable de materias, antes de llegar á las piedras explotables. No solamente las calizas, sino tambien los granitos y las rocas mas compactas, presentan esta descomposicion; muchas veces tambien, se encuentran rocas de granitos redondeados y apilados, y á veces movibles por el mas ligero esfuerzo. Otras veces los granitos estan separados en prismas enormes por hendiduras de descomposicion, y de ellos se desprenden frecuentemente enormes pedazos que ruedan al pié de las montañas.

Todos los restos producidos por las causas anteriores, se amontonan al pié de las montañas y de las colinas, y allí se descomponen mas y mas por las aguas y los varios gases que los penetran; las aguas arrastran despues una parte y van á depositarla en las cuencas de los lagos ó de los mares.

Los vientos se apoderan de las arenas depositadas en las riberas de los mares ó en los desiertos, y las transportan progresivamente en montecillos sucesivos que se llaman dunas. Estas dunas invaden muchas veces comarcas enteras.

Las aguas por su accion disolvente y diluyente, por su peso, sus movimientos, degradan, descomponen, transportan, y depositan todo lo que arrebatan á las diversas rocas. Absorben el ácido carbónico de la atmósfera, y por él, descomponen sobre todo las rocas calizas. Las tempestades, produciendo enormes torrentes en las montañas elevadas, las surcan profundamente, y desprenden rocas numerosas que transportan á distancias muy grandes; ruedan algunas veces rocas de 10 á 15 metros cúbicos.

Los lagos que se forman algunas veces en los valles por efecto de las avalanchas y de los derrumbamientos que han venido á cerrarles el paso, producen por sus inundaciones, efectos mas prodigiosos aun. Todo es derribado á su paso, y las rocas mas sólidas, con tal que se hallen en la direccion de la corriente, son arrancadas, despedazadas, y transportadas á grandes distancias aun en peñascos enormes. El acarreo es tan completo al principio de la corriente y en los pasos estrechos cuya pendiente es rápida, que la roca que queda descubierta, parece haber sido tallada por la mano de los hombres: esto es lo que sucedió en la inundacion del lago que se habia formado en el valle de Bagne en 1818, y del que se ven aun indicios en las laderas de los valles que fueron asi obstruidos en la Calabria, durante los temblores de tierra de 1783.— No se puede dudar, al ver tales resultados, de que si por efecto de algunas conmociones subterráneas, se formara una hendidura en el dique de un gran lago, como el lago Erié, por ejemplo, se abriria en poco tiempo una brecha profunda, exactamente comparable á los desfiladeros que se observan tan frecuentemente en los valles, y que tantas veces se han querido atribuir á inundaciones de lagos colocados en otro tiempo unos encima de otros, como estan hoy los de la América del Norte.

En 1810, cerca de la aldea de Craftsbury, en el Estado de Vermont, fueron desecados dos lagos. Uno llamado *Long-Lake,* que tenia milla y media de largo, tres cuartos de milla de ancho y cien piés de profundidad, se vertió completamente en otro lago distante 200 toesas, colocado á 200 piés mas abajo, y llamado *Mud-Lake.* Este segundo lago se desbordó por consiguiente, y hubo un trastorno terrible en el país; desaparecieron molinos; una quinta fue asolada; tierras cubiertas de arena y de fango, fueron sustraidas por algun tiempo al cultivo; entre las rocas arrastradas por las aguas, hay alguna cuyo peso es lo menos de 200,000 libras. Un tercer lago colocado debajo de los dos primeros, y llamado lago *Menphrenagog*, fue cubierto de árboles flotantes.

«Se vió á los peces reunirse en multitud para resistir al torrente que los arrastraba, surcar el cieno con gran presteza, pero inútilmente, porque *Long-Lake* quedó enteramente vacío. Los peces yacen pues, al presente, sepultados en las arenas y el fango lejos de las aguas nativas; aviso á los geólogos que rara vez tienen en cuenta estas causas de cambios en sus aventuradas hipótesis sobre las formaciones de las capas terrestres.

»Un acontecimiento análogo al desagüe de estos lagos, ha trazado el canal mas recto que el Missisipi sigue actualmente, en vez del largo circuito que recorria en otro tiempo; hácia en medio de su curso, algunos Franceses habian hecho una abertura en una orilla del rio, para desviar las aguas, y desembara-

zarse de los desbordamientos que les incomodaban; consiguieron tan buen éxito, que el rio se ha arrojado todo entero en el nuevo canal trazado por algunos golpes de azadon. Este trabajo, ejecutado sin gastos, forma lo que se llama hoy la *Pointe-coupée*.

Todo prueba que algunos grandes lagos, se han desaguado súbitamente é inundado inmensos paises. No es dudoso, por ejemplo, que el diluvio de Prometeo haya sido producido por la inundacion de los lagos Gambea y otros lagos, de donde el Nilo parece tomar su orígen.

No es dudoso igualmente que el lago Leman ó de Ginebra, sea el resto de un lago inmenso que cubriria todo el país de Vaud, el valle de Sion, el Valais, una parte de la Suiza, de la Saboya, y ocupaba la garganta que conduce á Salenche. Este lago, habiendo destruido sus diques, se desaguó con impetuosidad, y cubrió todo el valle por donde corre el Ródano hasta el mar, de una cantidad inmensa de guijarros y de cantos rodados, de los cuales algunos son de un volúmen considerable.

Lo mismo sucedió quizá al lago Bourget, y á algunos otros lagos de la Tarantasia.

Estos inmensos torrentes arrojaron en los primeros momentos cantos rodados en diferentes eminencias, como en los collados de Lion por un lado, y por el otro en los del Delfinado correspondientes. Todas las llanuras intermedias estan igualmente llenas de estos guijarros hasta el Mediterráneo.

Todo prueba igualmente que la Tesalia era en un principio, como lo dice Erodoto, un gran lago que se desaguó súbitamente.

La Beocia podia tambien haber sido en otro tiempo un gran lago que se desaguó en tiempo de Inaco.

Parece que en épocas lejanas, el mar Caspio comunicaba con el mar de Aral y con el Ponto Euxino.

Las tradiciones conducen á creer que el Ponto Euxino formaba un gran lago encerrado en montañas, y que un temblor de tierra le ofreció un paso al mar Egeo; es muy verosímil que el Estrecho de Gibraltar haya sido abierto tambien por una irrupcion súbita.

Los anales chinos refieren que en los tiempos de Yao, hubo un desagüe de un gran lago en las montañas de la Tartaria oriental, lo cual produjo una inundacion considerable. La mayor parte de los lagos tienen canales de desagüe, los cuales dan orígen á rios que salen de ellos ó que los atraviesan. Estas aguas abren sin cesar el canal de salida, y sale de él una cantidad cada vez mayor de agua; pero como no llega mas el lago, disminuye de extension. Los lagos atravesados por aguas corrientes, disminuyen diariamente por esta causa; el de Ginebra, por ejemplo, se ha retirado mucho, porque toda la parte baja de la ciudad se hallaba en otro tiempo bañada por sus aguas.

Otra causa disminuirá aun la extension de los lagos, á saber; los acarreos de los rios, que llenaran estas cuencas como llenan las de los mares.

Estas diferentes causas han disminuido, pues, la extension de la mayor parte de los lagos existentes, y aun han hecho desaparecer varios.

Parece efectivamente, por las antiguas tradiciones, que los lagos eran mucho mas numerosos en otro tiempo que actualmente.

Los anales de los pueblos antiguos nos hablan de desbordamientos de lagos, y nos muestran por todas partes á los hombres ocupados en desecar pantanos, y abrir canales de desagüe á las aguas estancadas.

No se puede dudar, pues, que ha habido en otro tiempo mayor número que hoy.

La observacion detenida reconoce en muchos puntos los vestigios de antiguos lagos asi desecados. Sulzer ha dado detalles interesantes sobre este asunto. Viajaba por las montañas de la Hircania, y vió que desde la cumbre de Brocken, montaña bastante elevada, hasta la parte baja del valle, cerca de la aldea de Ilseburgo, habia varias cuencas en forma de anfiteatros, que se comunicaban por gargantas muy estrechas. Supuso que cada una de aquellas cuencas, habia sido primitivamente un lago; que todos estos lagos, que estaban unos sobre otros, se habian desaguado, y no quedaban mas que vestigios, y un arroyuelo que corre. En muchas partes se encuentran cuencas semejantes mas ó menos extensas, y cerradas por montañas muy aproximadas, entre las cuales corren hoy arroyuelos ó rios mas considerables.

El Dombe y una parte del Bresse, forman una cuenca que puede suponerse ha estado en otro tiempo cerrada por las rocas de Pierre-Scise en Lyon.

La llanura de Montbrison, cuyo suelo es en parte calizo, aunque envuelto por todas partes en terrenos primitivos, ha sido una cuenca semejante, cuyo arrecife debia estar cerca de Balbigny, mas arriba de Roanne. El Loira le ha abierto y ha hecho desaparecer el lago.

Lamanon suponia que la cuenca de París, habia sido un lago cuyo arrecife debia estar en Meulan, y varios hechos apoyan esta suposicion.

Es un hecho de mucha importancia, dice Saussure, que casi siempre entre las últimas capas secundarias y las primeras primitivas, se encuentran bancos de gres ó de pudingas. Este hecho es todavía mas universal; porque el paso de las montañas secundarias á las terciarias, está marcado por capas de brechas y de gres. ¿No deberia deducirse que en todas las épocas ha habido desagües y desecaciones de lagos?

Esta existencia de los lagos antiguos y su desaparicion es un fenómeno de tan vasta extension, que se debe tener en cuenta mucho mas que lo hacen las hipótesis aventuradas; se deben evidentemente atribuir á esta causa, efectos que se atribuyen á causas hipotéticas.

Tambien se forman por una ú otra causa torrentes de materias cenagosas, cuyos estragos no son menos terribles que los de las inundaciones de los lagos.

Las aguas corrientes á su vez producen efectos tanto mas desastrosos, cuanto mas rápidas son las pendientes en que se mueven; pero no se crea que sea necesario para esto el que su lecho tenga una gran inclinacion. Los torrentes mas rápidos, formando un lecho continuo y arrastrando peñascos de medio metro de diámetro, no presentan pendientes sino de uno ó dos grados, y muchos rios corren con una gran velocidad por pendientes mucho mas suaves. Una pendiente de tres ó cuatro minutos, nos da el límite de los rios navegables; y los rios mas rápidos que ofrecen cierta profundidad de agua, como el Rhin, el Ródano, etc., no presentan sino pendientes de uno á dos minutos; y aun en algunos puntos de su curso corren por pendientes que solo tienen de cuatro á ocho segundos. Estos datos son de mucha importancia como término de comparacion; porque se ve cuán prodigiosos efectos podrian producirse en pendientes mas rápidas y con mayores profundidades. No hay necesidad de llevar muy lejos la exageracion; porque si nuestros torrentes de uno ó dos grados de pendiente pueden acarrear masas de medio metro de diámetro, ¿qué seria con pendientes dobles ó triples? ¿Qué seria sin cambiar la pendiente si la profundidad del agua fuera igual á la de nuestros rios? Es claro, que el lodo mas espeso podria adquirir entonces una velocidad enorme y capaz de producir los efectos mas prodigiosos. Si los rios dejan de ser navegables con pendientes mayores de tres ó cuatro minutos, ¿cuáles serian, á pesar de la poca inclinacion, la velocidad y fuerza de impulsion que podrian adquirir con mayores profundidades? ¿Qué no debe haber pasado, cuando vemos por diferentes fenómenos, que aguas corrientes han podido llenar valles de centenares de metros de profundidad? Fácilmente se comprenden las mayores degradaciones, y el transporte de los pe-

ñascos mas voluminosos, sin salir apenas de los límites de los fenómenos actuales.

Las aguas del mar obran tambien continuamente sobre las peñas, sobre las riberas y sobre el fondo. Las crónicas y las tradiciones de las comarcas marítimas nos ofrecen abundantes ejemplos de cambios sucesivos, de los desastres instantáneos que han ocurrido en un gran número de localidades. Se han verificado muy grandes y cada dia se verifican nuevamente en las costas planas y arenosas que limitan los mares en muchas partes del mundo. Tenemos de ello ejemplos famosos desde las bocas del Escalda, hasta el canal de Jutlandia, donde se ha visto producirse el Bies-Biosch, el mar de Harlem, el Zuyderzee, el Dollart, en irrupciones extraordinarias del mar, y donde se han verificado innumerables cambios en las islas, desde el Texel hasta las bocas del Elba, en las sinuosidades del Limfiord, ó en las costas del Cattegat y del Báltico. Grandes cortaduras, ensenadas, golfos profundos, se han formado allí diferentes veces durante las tempestades, y se forman aun todos los dias por la accion ordinaria de las olas, que unas veces llevan grandes masas de arena, y otras destruyen los diques que habian formado en otro tiempo.

Las costas de Francia, en la Mancha y el Océano, han sufrido tambien muchas y frecuentes invasiones del mar; la bahía de Cancal y del monte Saint-Michel, son ejemplos palpables.

Los hielos y nieves, son tambien, como hemos visto, causas de degradaciones y de transportes de peñascos frecuentemente enormes. Por las estrías y surcos, y el pulimento de las rocas que se observan en los Alpes alrededor de las neveras, se ha querido calcular la marcha de los hielos; pero estos accidentes parece que deben tambien atribuirse á otras causas, puesto que se observan en los depósitos de arenas, en las llanuras del Báltico.

Los diferentes detritus producidos por todas las causas anteriores, son arrastrados por las aguas y van á servir para formar nuevos depósitos, ya sea mecánicamente, ya por vía de solucion y de sedimentos químicos.

Pero una causa de modificacion de las capas terrestres, que no se ha tenido bastante presente, es la descomposicion de las montañas calizas y otras, cuyos efectos han sido frecuentemente atribuidos á alzamientos, y que son simplemente el resultado de los agentes químicos de la atmósfera, de la electricidad, y de los elementos mismos de las rocas. De este modo es como rocas compactas se dividen por la descomposicion en estratos y en hojas concéntricas é inclinadas, siguiendo la pendiente de la montaña, pero sin romperse ni abrirse. Se comprende, sin embargo, que cuando llegue á verificarse la desegregacion y la desnudacion en la cumbre de la montaña, la parte superior de las capas concéntricas será arrastrada, y estas capas pareceran entonces levantadas y rotas aunque en realidad no lo esten. Si ademas ocurren despues desmoronamientos en estas capas, las apariencias de dislocacion aumentaran sin mas realidad.

Sin duda alguna la descomposicion por todos los agentes atmosféricos, químicos, físicos, por las aguas etc., es la grande y principal causa de las modificaciones numerosas que ha experimentado la superficie del globo.

A esto se deben agregar tambien los fenómenos ígneos, volcánicos ó de otro orígen, y los temblores de tierra como hemos visto; pero no se puede atribuirles el alzamiento de todas las montañas. En verdad, han producido dislocaciones numerosas por hundimiento y por elevacion; han alterado por consecuencia, en muchos lugares el estado del suelo y de las montañas; han modificado la situacion de los mares y de los continentes, desecado lagos, torcido el curso de ciertos rios; y por todos efectos han apresurado la descomposicion, produciendo restos mas abundantes; y han modificado la direccion de las causas acuosas, y producido las estratificaciones discordantes de las capas; pero todos estos efectos nunca han sido mas que locales.

No queremos volver á citar las causas fisiológicas vegetales y animales del aumento del suelo de terraplen; ya tendremos ocasion de hablar de ellas.

Asi todas las causas descomponentes del globo son resultados de las leyes generales creadas, ya sea del fluido etéreo general, causa de los fenómenos químicos ígneos, ya del aire, ya de las aguas, ya de los elementos mismos de la tierra; ya de los vegetales, ya de los animales; las acciones combinadas del fluido etéreo, y de los agentes químicos, producen los fenómenos volcánicos y la fusion de las rocas mas refractarias; solo el rayo reduce á vidrio la arena y las rocas de las montañas; los experimentos de Gaudin, han probado no solo la solubilidad de la sílice, sino tambien su volatilizacion por el calor; Buffon se aseguró por medio de experimentos, de que las materias calizas pueden, como todas las demás, reducirse á vidrio; para esto solo se necesita un fuego mas violento que el de nuestros hornos ordinarios. Varios observadores refieren que el Byrs-Nemrod, de las ruinas de Babilonia, forma una masa de restos desecados, y aun en parte vitrificados, que presentan indudables vestigios de un fuego violento, de un fuego que Roberto Ker-Porter, por indicios muy curiosos, demuestra que no ha podido venir sino de arriba.

Se ha observado en Bretaña el recinto de un campamento romano, cuyas piedras estaban fundidas y vitrificadas en un gran número de puntos, y evidentemente despues de su construccion; este hecho se ha observado en varios sitios. ¿Debe atribuirse esta vitrificacion á la accion del rayo ó á las simples influencias electro-químicas de la atmósfera? Como quiera que sea, estos hechos de fusion y vitrificacion, que se operan en la atmósfera misma, nos demuestran lo que debe producir en el seno de la tierra la electricidad que circula en ella y que encuentra tantos elementos reactivos; en aquellos conductores y condensadores subterráneos, la electricidad, mucho menos fácilmente disipada que en la atmósfera, produce efectos mucho mas extensos; estos son tempestades subterráneas que determinan focos volcánicos, funden las rocas mas duras, que brotan en inyecciones diversas en la superficie, sin que sea necesaria la hipótesis de un fuego central.

La temperatura general del globo, y aun la temperatura local que tiene tan grande influencia sobre la vida orgánica y la distribucion geográfica de los seres, resulta de las relaciones mutuas de la atmósfera, del suelo y de las aguas. La temperatura es mucho mas elevada, y mucho mas uniforme en la inmediacion de los mares y en las islas, que en medio de las tierras. Esta relacion habia ya sido indicada por Buffon : «Nunca hace tanto frio, dice, en las costas del mar, como en el interior de las tierras; hay plantas que pasan el invierno al aire libre en Londres, y que no se pueden conservar en París, y la Siberia, que forma un extenso continente donde no entra el mar, es, por esta razon, mas fria que la Suecia, que está rodeada de mar, casi por todos lados.»

Ciertas islas del Océano, dependientes de los departamentos franceses de Finisterre y del Morbihan, presentan en el mes de enero plantas en todo su vigor, plantas que no se encuentran más que en las islas Afortunadas.

La Islandia estaba cubierta de hermosas selvas no hace dos mil años, y hoy el frio es allí tan grande, que no crecen mas que algunos arbustos raquíticos.

Todos los fenómenos geológicos tienden á probar que la temperatura ha sido mas uniforme en otro

tiempo; la razon es que habia un número mucho mayor de lagos ó mares interiores, como hemos visto, y que los mares ocupaban una parte de los continentes actuales; los continentes actuales gozaban, pues, entonces, una temperatura mucho mas suave y uniforme, por consiguiente mas favorable á la vida orgánica vegetal y animal.

Con arreglo á las observaciones conocidas en su tiempo, Buffon habia calculado que hay bastante agua para cubrir el globo entero con una altura de seiscientos piés.

Preciso es, pues, que las aguas hayan estado encerradas en cuencas mas profundas y menos extensas, ó que hayan disminuido en cantidad, ó que hayan sufrido ambos efectos.

La reduccion de la cuenca de los mares es un hecho demostrado. Segun Erodoto y Diodoro de Sicilia, la opinion de los egipcios y de los etiopes era que todo el Egipto habia sido originariamente un gran mar. Erodoto piensa lo mismo acerca de las campiñas que se hallan alrededor de Ilion, de Teutramia, de Efeso, y de la llanura del Meandro.

Todas las arenas de la costa de Berbería, desde Marruecos hasta Egipto, estan llenas de sal marina, y este suelo se encuentra á una distancia de mas de cincuenta y sesenta leguas del mar. Las arenas que se extienden desde la Siria al Eufrates, son igualmente saladas. De aquí se ha deducido que las aguas del mar habian ocupado en otro tiempo aquellas comarcas.

Segun refieren Estrabon y Plinio, el mar Caspio comunicaba con el Océano septentrional. Delisle se ha ocupado de la extension de este mar, con mucha erudicion, en las Memorias de la Academia de ciencias de París en 1721. Forma un mapa de él segun las observaciones del Almagesto de Tolomeo. Este astrónomo daba al mar Caspio 23° 1/2 de Oriente Occidente, es decir, cuatro veces mas que él, mientras que del Norte al Sur le daba casi una mitad menos de lo que encuentran los astrónomos modernos.

Tolomeo habia determinado la embocadura del Volga en aquel mar á los 49° de latitud y hoy no se la encuentra sino á 46°.

Albufeda, autor árabe del siglo X, determinó las dimensiones del mar Caspio. Le dió menos extension de Oriente á Occidente que los antiguos geógrafos, pero le ha hecho mucho mas prolongado del Norte al Sur que los antiguos y menos que los modereos. Pomponio Mela dice que el mar Caspio está formado por un estrecho que tiene mucha longitud. Las observaciones mas modernas y mas exactas, por Beauchamp, dan á este mar mucha mas longitud del Norte al Sur y menos del Oriente al Occidente que ninguna de las medidas antiguas. Finalmente, la inspeccion de los lugares demuestra que el lago Aral formaba antiguamente parte del mar Caspio.

Numerosas observaciones que pueden leerse en la teoría de la tierra de Lametherie, parecen probar que las aguas ganan los paises situados entre los trópicos, y abandonan las regiones polares; asi es cierto que Ceilan y las islas Maldivas han sido separadas del continente.

Es tambien probable que muchas de las numerosas islas que se hallan entre los trópicos, desde las costas orientales del Africa hasta las orientales de la América y las del golfo de Méjico, sean las cumbres ó partes elevadas de terrenos invadidos por las aguas.

Gran número de hechos, tanto antiguos como modernos, parecen probar que el Mediterráneo se eleva; las aguas parece que invaden tambien las costas del Océano desde San Juan de Luz hasta Embden. Los mares del Norte por el contrario parecen disminuir. No es dudoso que todo el Norte de Asia haya estado cubierto por las aguas, ya fuese por el mar del Norte, ya por el mar Negro y el mar Caspio.

Los grandes lagos del Norte de Europa, del Asia y de la América, anuncian que hace poco tiempo que los mares se han retirado. De otro modo aquellos lagos hubieran disminuido y se habrian llenado como lo hacen todos.

Finalmente, la corriente constante de las aguas de los mares del Norte y del Mediodia, el transporte de los hielos en la misma direccion, confirman que las aguas abandonan las comarcas polares, para dirigirse hácia el ecuador é inundar la zona tórrida.

Sin embargo, estos hechos no han parecido bastante concluyentes á varios naturalistas que oponen hechos que consideran contrarios á esta opinion. Asi, Cartago, Alejandría, Aigues-Mortes, y otros muchos lugares, en otro tiempo puertos célebres, se hallan hoy mas ó menos distantes del mar, lo cual se debe ciertamente á los acarreos del mar y de los rios en aquellos puntos. Pero estos últimos hechos no prueban mas que una cosa, y es que no se puede atribuir todos los hechos geológicos á la misma causa y que los acarreos no prueban nada contra la retirada de los mares del polo Norte hácia el ecuador.

Estos mismos naturalistas presentan aun otros hechos en favor de su oposicion.

Como quiera que sea, lo que parece mas probable es, que en ciertos mares ha habido disminucion y que en ciertas localidades los acarreos y en otras los movimientos del suelo, en otras diferentes causas, han podido producir las invasiones y retiradas del mar.

No puede caber duda de que las aguas han cubierto las montañas secundarias mas elevadas, cuyos materiales han sido ciertamente depositados en el seno de las aguas.

Hoy dia se encuentran algunas de estas montañas á mas de 3,000 toesas sobre el nivel actual de los mares. No se han fijado todavía las causas que han hecho desaparecer una masa de agua tan enorme.

Unos sostienen que la masa de las aguas ha variado poco, porque las montañas se han formado por hundimiento ó por alzamiento.

Otros han pensado que las aguas podian transformarse en rocas diversas; Buffon, Lamarck y otros varios sabios de igual gravedad, eran de esta opinion.

Ahora bien, no se puede negar que muchas montañas deben su orígen á movimientos del suelo, que han producido hundimientos y alzamientos; pero aun probando una traslacion de las aguas, este fenómeno de las dislocaciones del suelo no probaria nada en pro ó en contra de la cantidad mayor ó menor de las aguas en diversas épocas.

En efecto, de cualquier manera que se hayan elevado las montañas secundarias, es cierto que todos sus materiales no han existido siempre en este estado, y que por consiguiente la masa de las aguas debia ser, por lo menos relativamente, mas considerable respecto á la masa sólida antes del depósito de ciertas materias, que lo ha sido despues.

Reflexionando sobre la segunda opinion que cree que las aguas pueden transformarse en rocas diversas, llegaremos quizá á una solucion satisfactoria. En efecto, la mayor parte de los terrenos secundarios y terciarios son restos de seres organizados vegetales ó animales. Ahora bien, toda esta enorme masa de despojos orgánicos solidificados y mineralizados, ha sido sustraida á la circulacion viva de los seres organizados; ha vivido sucesivamente; ha sido depositada tambien sucesivamente; y una vez depositada é inmovilizada en el estado inorgánico, no ha servido ya para la vida. Hé aquí un hecho general, cuyos resultados continuos son inmensos.

Ha sido preciso, en efecto, que esta innumerable sucesion de seres haya encontrado materiales de vida, y que haya tomado de alguna parte la gran cantidad de sustancia que ha solidificado en la corteza del globo. Ahora bien, no ha podido proceder sino de las materias pétreas ya solidificadas, ó de las sustancias

contenidas en las aguas y que formaban parte de ellas, ó finalmente de las sustancias contenidas en la atmósfera.

En cuanto á las materias pétreas ya solidificadas, es evidente y cierto, por su mismo oscilamiento, que no han podido ofrecer nada á los seres organizados, á no ser un suelo de habitacion.

Las aguas y la atmósfera han sido, pues, las únicas que han podido procurar las sustancias nutritivas á los seres vivos.

En este caso nos vemos necesariamente conducidos á admitir, ó bien que las aguas y la atmósfera contenian en su orígen una cantidad mucho mayor de sustancias orgánicas en estado molecular, segun una de las tesis de Buffon, ó bien, segun otra opinion de Buffon y de Lamarck, que los elementos del agua y de la atmósfera son continuamente transformados en sustancias orgánicas por los seres vivos, que solidifican una parte y la añaden á la parte sólida del globo, cuando las circunstancias son favorables. Cualquiera que sea de estas dos opiniones la que se abrace, la consecuencia necesaria es la disminucion de las aguas sobre el globo por la accion continua de los seres vivos, y cuantos mas fósiles se formen, mayor será esta disminucion, como será tanto menor, cuantos menos fósiles se formen, puesto que los seres organizados, completamente disueltos, devolveran á los diferentes elementos lo que les hubieran tomado.

1.° Los vegetales absorben agua y gases y los transforman en leño, en hojas, en frutos, etc. Crecen á expensas de la atmósfera y de las aguas. Ahora bien todos los vegetales que han formado los carbones de piedra, los lignitos, las maderas fósiles, las turbas, etc., son evidentemente otros tantos materiales quitados á la atmósfera y á las aguas.

2.° Todos los animales acuáticos que viven ya sea en el mar, ya en las aguas dulces, y que producen calizas, sílice, etc., como las esponjas, los polipiarios, las madréporas, los moluscos, los crustáceos, viven á expensas de las aguas; las enormes cantidades de piedra que estos animales han dejado, estan evidentemente sacadas de las aguas.

Otro tanto debe decirse de todos los demás animales que viven de vegetales y aun de animales; es evidente que los elementos primeros han sido sacados de la atmósfera y de las aguas.

3.° Si ahora consideramos que las aguas se evaporan contínuamente en la atmósfera y llevan á ella la mayor parte de los gases absorbidos por la vida orgánica, la consecuencia será que la masa de las aguas es la que ha debido sufrir la mayor disminucion.

La masa de los restos orgánicos inmovilizados en la corteza del globo, nos da en parte la medida de esta disminucion, puesto que han ocupado el lugar de las aguas.

La elevacion de ciertas montañas por hundimiento ó por alzamiento, sacando las aguas de su lugar, las habrá abierto al mismo tiempo lechos profundos; y asi las aguas mas comprimidas habran dejado en descubierto una parte mayor del globo.

Se debe pues admitir la combinacion de las dos causas.

Véanse pues los seres creados obrando siempre los unos sobre los otros para producir modificaciones que no son mas que un resultado de las leyes generales.

Los hechos en detalle confirman este principio.

«Aunque los mares, dice Humboldt, por causas físicas muy conocidas, presentan á grandes profundides, la misma temperatura bajo el ecuador y bajo la zona templada, vemos sin embargo, en el estado actual de nuestro planeta, que las conchas de los trópicos difieren mucho de las conchas de los climas septentrionales.

»La mayor parte de estos animales viven con preferencia en los arrecifes y fondos poco profundos, de donde se sigue que las diferencias específicas suelen ser muy sensibles, bajo un mismo paralelo, en costas opuestas. Ahora bien; si las mismas formaciones se repiten y se extienden, por decirlo asi, á distancias prodigiosas, del Este al Oeste y del Norte al Sur, en uno y otro hemisferio, ¿no es probable, cualesquiera que sean las causas complicadas de la antigua temperatura de nuestro globo, que las variaciones de climas hayan modificado, entonces como ahora, los tipos de organizacion, y que una formacion ha podido envolver especies distintas?

»Comparar formaciones bajo el aspecto de los fósiles, es comparar floras y faunas de diversos paises y de diversas épocas; es resolver un problema tanto mas complicado cuánto que está modificado á la vez por el espacio y el tiempo.»

Los corales, las madréporas, etc., se encuentran en gran cantidad en la mayor parte de los golfos del Océano, alrededor de las islas, sobre los bancos, en todos los climas templados en que el mar no tiene mas que una mediana profundidad; en estas mismas circunstancias se debe suponer, pues, que se han formado los antiguos terrenos madrepóricos.

Gilet de Laumont y Beudant han hecho observaciones interesantes sobre la mezcla de las producciones marinas y de agua dulce en una misma capa. Beudant ha probado por ingeniosos experimentos, cómo muchos moluscos fluviátiles se habituan gradualmente á vivir en una agua que tiene toda la saladura del Océano. El mismo sabio ha examinado, en union con Marcelo de Serres, ciertas especies de paludinas, que prefiriendo las aguas salobres, se hallan cerca de nuestras costas, ya con conchas pelásgicas, ya con conchas fluviátiles.

A estos hechos curiosos se agregan otros que Humboldt ha publicado en la relacion de su viaje á las regiones ecuatoriales, y que parecen explicar lo que ha pasado en otro tiempo sobre el globo, por lo que observamos hoy. En las costas de Tierra-Firme, entre Cumaná y Nueva Barcelona, ha visto cocodrilos que se adelantaban mucho dentro del mar. Pigafetta ha hecho la misma observacion con los cocodrilos de Borneo. Al Sur de la isla de Cuba, en el golfo de Jagua, hay lamantinos en el mar, en un punto en que brotan manantiales de agua dulce en medio del agua salada. Cuando se reflexiona el conjunto de estos hechos, causa menos admiracion, dice Humboldt, la mezcla de algunas producciones terrestres con muchas producciones indudablemente marinas.

Hé aquí, pues, cómo las costumbres de los animales, que son tambien leyes de la creacion, van á explicarnos varios fenómenos geológicos.

Lo mismo sucederá respecto á la distribucion geográfica de las especies animales sobre todo en las islas: se puede inferir de la ausencia de varios animales en ciertas islas, que han sido elevadas del fondo de los mares, por ejemplo, todas aquellas donde no se encuentran animales dañosos; mientras que las que tengan la misma poblacion que los continentes vecinos, deben ser consideradas como desprendidas por irrupciones del mar.

En general, las islas son muy pobres en animales grandes. En las Antillas, no se encuentran mas de cuatro especies de mamíferos indígenas, y aun es posible que hayan sido transportados allí del continente, porque su carne es comestible. Cualquiera que sea la inmensidad de los bosques que cubren Santo Domingo y la Jamáica, en que los europeos no han penetrado aun, no se encuentra en estas islas el *puma* (leon de los brasileños, *felis concolor*), ni carnicero alguno de los que han poblado una gran parte de la América y aun de la América del Norte. El Africa tiene sus leones, Madagascar no los tiene, á pesar de los grandes bosques y las montañas que ocupan el interior de esta isla. En las Canarias, no

se encuentran animales salvajes, serpientes ni otros reptiles; lo que concuerda con la produccion de estas islas por volcanes sub-marinos. Se concebirá fácilmente que, bajo el aspecto del reino animal, se deben considerar las grandes islas como tierras, que, así como los continentes, tienen una poblacion que les es propia. Las grandes islas de la Sonda, Borneo, Sumatra, Java y las Célebes, son vastas extensiones de tierra que tienen su existencia distinta, y que estan separadas del continente por pequeños brazos de mar, de manera que se podrian considerar estas islas como si no formasen con la península de Malaca mas que un solo continente, del que han sido desprendidas por alguna invasion de las aguas.

El reino animal está pues sometido, en su distribucion geográfica, á las modificaciones que puede experimentar la superficie de la tierra, y esto es cierto, no solo con respecto á los animales terrestres, sino tambien para los animales acuáticos y para los vegetales, tanto terrestres como acuáticos; la desaparicion de las aguas, la reduccion de las cuencas de los mares, para dar lugar á vastos continentes, cambia la temperatura y no deja á los animales, los políperos, por ejemplo, las alturas de agua y las disposiciones convenientes; á los vegetales que exigen un calor templado húmedo, las condiciones de su vida.

Pero otra influencia no menor, es la del hombre sobre el reino vegetal y sobre los animales, y por consiguiente, sobre la superficie del suelo. El hombre asola y destruye los bosques, por esta causa las aguas no se renuevan ya, y las grandes corrientes de agua desaparecen; los animales, por consiguiente, no teniendo ni refugio, ni alimento, perecen á su vez, cuando las grandes corrientes de agua, no forman sino débiles depósitos, en lugar de los vastos aluviones y de los crecidos bancos que las grandes corrientes depositaban continuamente. La accion del hombre, que canaliza, dirige y limita las corrientes que quedan, contribuye aun á disminuir su influencia modificadora del suelo.

Algunas especies de animales casi extinguidas, nos hacen juzgar de la influencia de la presencia del hombre sobre la destruccion de los animales. Se sabe generalmente que la especie del revezo de los Alpes está á punto de desaparecer enteramente; igual suerte amenaza al carnero salvaje, que no es conocido mas que en las montañas elevadas de la Cerdeña ó de Córcega, y en las rocas ásperas y escarpadas de la Sierra de Jerez en Portugal.

El Egipto nos da tambien un ejemplo de la manera con que la presencia del hombre puede ahuyentar á los animales. El hipopótamo y el cocodrilo, tan numerosos en los tiempos de Herodoto, han sido confinados al Nilo superior. Los leones, que se veian vagar casi á la inmediacion de la ciudad del Cabo, se hallan obligados hoy á retirarse al interior de las tierras; han desaparecido de la Grecia y de Europa. Los osos que aun poblaban la Europa en el siglo XV, han llegado á ser raros en los Alpes y en los Pirineos. Los lobos han desaparecido de Inglaterra y son cada vez mas raros en Europa. Los aurocs, el alce, que poblaban los bosques de las Galias en tiempo de César, no existen mas que en el Norte, etc. Algunos habitantes de los Estados de la América del Norte, no han visto mas serpientes de cascabel que los europeos, mientras que este reptil terrible estaba tan multiplicado cuando la América empezó á poblarse de habitantes.

Hace algunos siglos solamente, que la pesca de la ballena se hacia en el canal de la Mancha, en las costas del Océano y hasta en el Mediterráneo, mientras que hoy los pescadores, van á buscar estos grandes cetáceos á las costas de Spitzberg.

Prevost ha tenido razon en decir: entre las causas tan numerosas de la disminucion sucesiva del número de individuos pertenecientes á las especies de gran tamaño, tímidas ó fáciles de coger, la multiplicacion y la industria siempre crecientes de los hombres, deben ser contadas como de las mas influyentes, porque la proximidad de las sociedades humanas, es una condicion esencialmente contraria á la existencia y á la conservacion de la mayor parte de los mamíferos herbívoros, y por consecuencia á la de los carniceros; así habria sido muy natural presumir lo que la historia de los fósiles nos enseña, á saber: que el número de los mamíferos terrestres ha estado en razon inversa del de los hombres en todos los puntos que han sido sucesivamente habitados.

Si ciertas especies se hallan confinadas hoy á lugares desiertos, si habitan exclusivamente alturas inaccesibles, no está demostrado que su eleccion haya sido determinada por su organizacion, ó bien que sino ocupan ya los lugares en que vivian sus antepasados, es porque la temperatura atmosférica ha cambiado, y los climas no son ya los mismos. Los fósiles han enseñado tambien que los elefantes y rinocerontes, cubiertos de largos pelos, han debido habitar regiones ya frias, y que los antepasados de los rengíferos de Laponia y de los leones de Africa, han podido vivir juntos en puntos poco distantes, puesto que sus cadáveres se encuentran reunidos.

La distribucion actual de los animales en los continentes, es pues, en gran parte, la consecuencia forzosa de la influencia directa del hombre, ó de las circunstancias que él ha creado.

Sin extender mas estas consideraciones fundadas en hechos muy repetidos, nos parece demostrado que la influencia de la especie humana en la desaparicion de los animales y en la distribucion de los vegetales, y por consecuencia el agotamiento de las grandes corrientes de agua, estan suficientemente probados. Ahora de todas estas influencias combinadas con las leyes generales y las causas que obran actualmente, resulta que las modificaciones experimentadas por la corteza del globo, son un resultado necesario de las leyes generales y particulares de la creacion, y que estas modificaciones han sido tanto mas considerables y mas extensas, cuanto mas nos remontamos hácia la época de la creacion completa, y por decirlo así, menos devastada por el hombre; mientras que son cada vez menos considerables y extensas, á medida que la especie humana, extendiéndose y multiplicándose, disminuye los grupos del reino animal, hace desaparecer los grandes bosques, y por consecuencia las grandes corrientes de agua, y limita cada vez mas las que quedan, á medida que, frecuentando mas los mares, perturba su calma y su tranquilidad necesaria á la mayor parte de los animales que habitan en las riberas ó en las bahías.

Por estas consideraciones diversas de la influencia de las leyes generales, de la de las causas naturales creadas, de los seres diversos en sus relaciones, de la doble influencia del hombre, que los geólogos no han tomado bastante en consideracion, la historia de las ruinas de la tierra, ó la geología entra plenamente en la ciencia general, ó filosofía uniéndose á todas las demás ciencias físicas y morales, mientras que por mucho tiempo ha sido una ciencia sin base, y casi sin lazo alguno con las otras ramas de los conocimientos humanos.

Bajo este punto de vista mas lógico y general, y por la apreciacion de las causas diversas que hemos indicado, vamos á intentar seguir la historia de las descomposiciones y recomposiciones bajo otra forma de la corteza del globo, desde su creacion hasta nosotros.

CAPITULO XV.

TEORIA GEOLOGICA.

Las leyes generales y armónicas de los seres creados cuyos grupos son todos necesarios unos á otros, el destino de la tierra, en este conjunto, las causas naturales conocidas y que obran sobre el globo para modificar su superficie, el estudio particular y detallado de las montañas primitivas comparadas con las montañas y terrenos secundarios, la comparacion de estas montañas primitivas con las montañas volcánicas, el estudio detenido de la causa ígnea, nos han demostrado que la formacion del globo primitivo con sus montañas, sus valles primitivos y sus primeras cuencas de mar, no podria explicarse racionalmente, sino por la misma causa que ha creado todos los seres y sus leyes armónicas; este es un punto verdaderamente adquirido á la ciencia. Pero el aumento de la corteza del globo, las modificaciones del suelo de la creacion, como las del suelo secundario, son un resultado de las leyes creadas, y de las causas naturales y múltiples que descomponen y recomponen continuamente la superficie del globo; un resultado del trabajo y de la destruccion continua de los seres organizados; este es un segundo punto igualmente adquirido á la ciencia, y este punto es el objeto de las teorías geológicas. Asi en estos límites nos es permitido formular una concepcion geológica fundada en elementos positivos, y esto es lo que vamos á intentar.

Esta distincion profunda entre el globo primitivo creado en armonía con todos los seres que debian habitarle, y con los demás globos que debian regularizar sus movimientos y fijar las condiciones de existencia de los seres organizados, y entre el suelo de acarreo, resultado de las modificaciones posteriores del suelo de la creacion; esta distincion profunda, decimos, parece perfectamente expresada en la nomenclatura original de Werner, cuando dividia los depósitos generales de los minerales ó terrenos, en primitivos y en secundarios, siendo los primeros creados, y los segundos producidos por la descomposicion de los primeros y una nueva disposicion.

Esta distincion es tambien la idea fundamental de Buffon aun en su sistema hipotético, en que se ha engañado tratando de crear el mundo á su manera.

Deluc admite igualmente que en la época en que el mar cubria los continentes que habitamos, tenia por fondo un suelo montuoso que ni él ni causa alguna conocida habian formado, y que por esto llama *primordial*. Entre estas montañas, unas se hallan sumergidas, y otras han salido fuera de las aguas y forman islas. En el número de las montañas primordiales, admite montañas calizas, y que por consiguiente datan de la creacion.

Esta es, en fin, de una manera aun mas clara, la tesis que sostiene Blainville en sus cursos y en sus obras, con el título de *Concepcion geológica*, que trasladaremos aquí desarrollándola en algunos puntos.

«Debe añadirse, dice en estas notas, que este núcleo central primitivo creado por el poder divino en masa, sin apariencia de capas, ofrecia naturalmente, por efecto de su modo de formacion, la cristalizacion de los minerales constitutivos, y en razon á su objeto, ó sea la creacion de los seres vivos, presentaba en su superficie puntos mas elevados que los otros, y por consiguiente profundidades intermedias y proporcionales á las elevaciones. Las elevaciones formaron los picos, las montañas primitivas; las hondonadas, que lo mismo que las montañas se diferenciaban en tamaño en los tres sentidos, formaron las cuencas que contenian la parte líquida, separada la parte sólida.»

Este punto de la creacion directa del núcleo central para entrar en armonía con todos los seres creados, estaba, pues, lógicamente adquirido á la ciencia general como á la geologia; sigamos la historia de sus modificaciones, tal como los hechos parecen indicárnoslos.

En primer lugar, por la accion de la electricidad, ó mejor del fluido etéreo general, obrando sobre los materiales del globo que está todo penetrado de él, se verificaron reacciones químicas sobre los diferentes minerales que componian el globo; de aquí pudo resultar una zona pastosa bajo los granitos ó en su interior; de aquí las eyecciones porfídicas, que rompieron y coronaron en varios puntos las cordilleras graníticas á las cuales son posteriores los pórfidos, puesto que cortan transversalmente su direccion, y los cubren por lo general, ó los penetran por venas ó filones. Se concibe que por estos fenómenos las cuencas de los mares hayan podido ser modificadas y limitadas.

Por la accion de los agentes físicos, de naturalezas muy diversas, las alternativas de electricidad tanto interiores como exteriores del globo, las de temperatura en mas ó en menos, obrando tanto sobre el suelo primitivo y los minerales que la componen, como sobre el líquido contenido en las cuencas y en la atmósfera que le envuelve, han resultado no solamente evaporaciones y condensaciones acuosas, mas ó menos considerables y extensas, sino tambien desagregaciones y descomposiciones de los minerales que constituyen las elevaciones, y que arrastrados por las condensaciones acuosas que corrian por la superficie, han empezado á llenar las cuencas ó las excavaciones primordiales y naturales de la superficie del núcleo.

Asi es como han debido formarse las primeras rocas de transicion, que son mitad cristalinas y mitad sedimentosas, lo cual les ha valido el nombre de terrenos hemilisianos. Son, en efecto, rocas que se han encontrado en toda la tierra, asi como las rocas primitivas, que deben formar el fondo de todas las cuencas y aun remontando mas ó menos lo largo de las pendientes de las elevaciones, de manera que á primera vista parece que revelan una especie de alzamiento. Pero observando que las rocas hemilisianas se distinguen en rocas que no contienen resto alguno orgánico, y en rocas que comienzan, por el contrario, á presentarlos; y que los primeros son mucho mas cristalinos y estan compuestos de materiales mucho mas semejantes, en la sustancia de la testura, á las rocas primitivas, y que las segundas, por el contario, son muy diferentes en testura y composicion que las rocas primitivas, hay motivo para buscar una diferencia en sus causas y en su orígen. Las primeras, como el gneiss, etc., podrian muy bien no ser mas que una descomposicion parcial de los granitos, verificada en el sitio, por los diferentes agentes físicos que pudieran haberle quitado ciertos elementos, y transformado su testura compacta en testura esquistosa, como se verifica todavía en las calizas y aun en los granitos superficiales.

Los esquistos, propiamente dichos, que reposan inmediatamente sobre el costado de las montañas graníticas, y que no contienen cuerpos organizados, podrian considerarse como primitivos ó como una descomposicion de rocas primitivas transformadas.

Se puede tambien, y aun muy probablemente, considerar á la mayor parte de estas rocas hemilisianas, como un resultado de la accion combinada de las aguas, y del fluido etéreo general, en el momento en que este determinó la capa pastosa de donde salieron los pórfidos.

En cuanto á las rocas hemilisianas, cuya composicion es cada vez mas arcillosa, y que contienen restos de cuerpos organizados, son evidentemente el resultado de la descomposicion de las rocas primitivas, primero por los agentes atmosféricos que producen

detritus; estos, agitados y disueltos por las aguas, se han transformado en arcillas ó depositado en polvillos muy finos por vía de sedimento, envolviendo cuerpos organizados; despues han podido sufrir una desecacion por la vía ígnea, ya sea por la fermentacion químico-eléctrica, ya por el resultado de las emanaciones prolongadas de la capa pastosa primitiva, ya por la fermentacion de las sustancias orgánicas oleosas que hubieran producido los aceites que se extraen hoy de algunos de estos esquistos. Todas estas causas separadas ó reunidas, han podido contribuir á la formacion de los esquistos cristalinos de restos orgánicos; lo cual confirma, en mas de un caso, su cristalizacion regular en romboedros.

Sin embargo, como las elevaciones y las hondonadas primitivas, no eran semejantes en sus dimensiones, se puede concebir que los vegetales y los animales acuáticos fueron creados, los primeros en la mayor parte de las elevaciones, y los segundos en las diferentes cuencas, como parece en efecto confirmado por los hechos geológicos, mientras que un corto número de elevaciones continentales ofrecieron todas las condiciones necesarias á la existencia de los grandes animales terrestres que fueron colocados en ellas al tiempo de su creacion, y que por consiguiente se desarrollaron y se extendieron segun su especie, á medida que el suelo habitable se extendió tambien mas y mas; esta manera de ver está por lo demás confirmada por los hechos geológicos que nos presentan las primeras formaciones, hechas en mares profundos, ricas en animales marinos, y desprovistas de animales terrestres, mientras que las formaciones de ribera, que parecen posteriores, contienen animales terrestres.

Desde entonces á medida que los mares se estrechaban por una ú otra causa, y que el suelo salido de sus aguas se extendia, se ve cómo, continuando en obrar los agentes físicos inorgánicos, no uniformemente en todos los puntos de la tierra, lo cual jamás se ha verificado, los agentes organizados han empezado, por decirlo asi, á venir en su ayuda. Y asi la descomposicion, la destruccion de las rocas primitivas han aumentado cada vez mas, produciendo arenas y arcillas, y despues con las mezclas, conglomeratos, pudingas, margas, que siendo el resultado de causas por decirlo asi, mecánicas, no han sido modificadas por las mismas causas que las capas hemilisianas; nuestras numerosas pudingas sobrepuestas á nuestros esquistos cristalinos, en el fondo de nuestros valles de las montañas negras, en Gouri, demuestran plenamente este hecho. Las calizas han empezado á un mismo tiempo en varios puntos. Por esta razon las cuencas se han llenado cada vez mas desigualmente bajo todos conceptos, tanto bajo el de la variedad en la naturaleza mineralógica, como bajo el de la extension y potencia; al mismo tiempo que algunas partes inorgánicas de cuerpos organizados (carbono, sílice, cal, etc.), conservando mas ó menos su forma y su estructura orgánica ha venido á agregarse, y desde entonces se han formado estos terrenos, los primeros en la serie llamada secundaria, que han recibido el nombre de hullíferos, calizos, etc.

Los hullíferos aparecen los primeros, porque los vegetales creados en todos los puntos del globo, antes de que vinieran los animales que se habian de mantener de ellos, han debido depositar sus detritus en las localidades convenientes, en el fondo de las cuencas primordiales, donde se han encontrado tambien los restos de animales marinos ó de agua dulce.

Al mismo tiempo, los animales marinos han depositado sus despojos en otros puntos de las cuencas primordiales, donde los animales terrestres no podian aun llegar á causa de la gran extension de los mares.

Se ve cómo en esta primera ocupacion de las cuencas, necesariamente llenas de agua, la cantidad de vestigios de cuerpos organizados vegetales y de animales marinos, es mucho mayor que la de los animales terrestres que no han podido venir hasta despues, cuando despues de ocupadas las cuencas, el suelo salido de las aguas ha podido ofrecerles una extension mas vasta y mayor número de puntos de habitacion.

Como es imposible admitir que la cuenca actual de los mares haya podido ser circunscrita, y por consiguiente formada por el alzamiento de las riberas que la limitan, hallándose frecuentemente constituidas estas riberas por capas horizontales y formaciones evidentemente marinas, no hay necesidad de admitir que hayan sido necesariamente producidas, al menos en muchos puntos, por grandes hundimientos, como lo ha supuesto Buffon y lo ha admitido Deluc despues de él, ó bien que los mares han bajado de nivel, y que la cortadura de estas riberas sea el resultado de la erosion de las aguas y de las causas atmosféricas, á las cuales habria que añadir la influencia del amontonamiento por las leyes de pesantez.

Pero á medida que el reino animal se extendia por la superficie de la tierra, debia entrar cada vez mas en la parte que los cuerpos organizados toman por sus partes sólidas, en la formacion de las nuevas rocas que entran en la composicion de los terrenos, y como la extension de las aguas saladas aumentaba al mismo tiempo que la de las aguas dulces disminuia, se ve cómo, en la composicion de nuevos estratos ó capas, no solo la parte orgánica aumentaba, síno en primer lugar y sobre todo la parte orgánica marina, la que ha producido los terrenos terciarios y cuaternarios, en los cuales se encuentran tambien los seres organizados terrestres.

Esta manera de considerar la estructura y la marcha inorgánica del globo (exceptuando momentáneamente al menos las rocas volcánicas), como formada de un núcleo primitivo, cuya descomposicion, cada vez menos considerable, juntamente con la influencia orgánica que lo será cada vez mas, ha facilitado los elementos de las rocas que parecen formarse una especie de corteza, nos conduce ha deducir que seria erróneo el querer hallar uniformidad en todas las cuencas de la superficie de la tierra; que esta uniformidad debe disminuir á medida que se va del interior al exterior y que asi el análisis de la que es, debe haberse verificado en el mismo órden.

Segun esto, nos parece que el único medio de hacer positiva la geologia que no tiene ni puede tener principio; pero que posee solamente un hecho de observacion general, la superposicion y no la subordinacion de las capas en un órden constante, y que tiene su razon en lo que acabamos de exponer, es buscar una medida en una cuenca limitada, aunque bastante extensa, estudiando en detalle todos los elementos geognósticos que la ocupan y la constituyen desde la base fundamental ó granito, hasta las capas mas superficiales. Seria necesario dar á cada elemento una denominacion la menos significativa posible; poco importa despues que esta medida sea tomada en un solo punto, con tal que los datos sean de una sola cuenca.

Una vez establecida esta medida de una manera completa, es decir, conocida cada capa, cada estrato, cada lecho, cada hoja en sí mismos y en los cuerpos adventivos que pueden contener, bastaria llevarla sucesivamente de unas á otras cuencas, y ver entonces lo que ofrecerian de comun y de diferencial comparativamente á la medida, y entre sí, para que sea posible sacar de ellos los elementos propios para juzgar su sincronismo mas ó menos distante, su grado de antigüedad, su modo de formacion, su conexion, y por consiguiente acercarse á una apreciacion mas ó menos segura en todos los puntos de una misma cuenca ó de una cuenca desconocida, por la que existe en una cuenca conocida.

Para medida convendria tomar la cuenca que se pudiera llamar Germánica, porque en efecto comprende el mar de este hombre, rodeado por la punta de la península escandinava al Norte, la Alemania septentrional, la Holanda, la Bélgica, la Francia al Sur, la Escocia y la Inglaterra al Oeste, y todas las vertientes que van á parar á ella asi como á la Mancha.

Esta medida ha sido estudiada en sus partes primitivas é intermedias en Alemania y en Inglaterra; en sus tres partes secundarias en Inglaterra; en sus partes terciarias y diluvianas en la Francia septentrional. Estas diferentes partes son lo que la geologia posee mas completo y mejor estudiado.

Solo despues de un conocimiento tan exacto como fuera posible de esta medida, se le compararia la media cuenca occidental de Francia, vertiente de las montañas de la Auvernia y del Lemosin al Océano, por el Loira y el Charente; de los Pirineos, por el Garona; despues la cuenca meridional, parte de la gran cuenca mediterránea, vertiente de los Alpes, del Jura, de las Cevenas, al Mediterráneo por el Ródano y sus afluentes superiores é inferiores; despues la cuenca del Adriático por el Po y sus afluentes occidentales y orientales, es decir Alpinos y Apeninos; despues la del mar Negro, por el gran afluente del Danubio, que recibe todos los rios de la Alemania meridional; por los de la Polonia, y de la Rusia meridional.

En cada cuenca, se examinaria cada terreno, cada capa, cada estrato, cada banco, cada hoja, y aun cada indicio de cuerpo organizado que se puede encontrar, arrastrado, aventual ó constitutivo de su composicion.

Pero este estudio no bastaria, porque hay otra causa de aumento y de cambio de nuestro suelo.

En efecto, mientras que estos cambios, estos aumentos por una especie de transformacion de los elementos primitivos, se verificaban sobre la tierra, y la producian una especie de envoltura cortical irregular en sus dimensiones locales, pero regular en su órden de produccion, se verificaban cambios mas desconocidos, mas ocultos en su origen, en su composicion misma, asi como en su estructura, y que partian del núcleo terrestre mismo, ya de una capa pastosa inferior, ya del punto de contacto de los elementos primitivos y secundarios, ya de estos dos orígenes segun las circunstancias y los lugares, ya tambien de ciertas partes de los terrenos secundarios.

Estos nuevos materiales venian á unirse á la parte vertical, alterando necesariamente su disposicion, su vertiente, y aun quizá elevándola en cierto número de puntos. Aumentaron muy irregularmente el espesor de la capa cortical, por nuevos materiales que se extendieron sobre la superficie. De este modo determinaron nuevas desigualdades en la superficie de la tierra, asi en las cuencas sub-marinas como en las descubiertas, y esto en épocas muy diferentes del primer órden de cambios.

Esto es lo que los geólogos conocen con el nombre de terrenos volcánicos, de formacion ígnea, de estructura cristalina, y que subdividen en terrenos traquíticos, basálticos y volcánicos, segun su estructura y su grado de antigüedad, y cuya transformacion, y modificaciones por la accion de los agentes físicos es de una naturaleza diferente de la que presentan los terrenos de primer órden. Asi contienen un gran número de minerales cristalizados que les son propios y ningun indicio de cuerpos organizados, salvo, y aun rara vez, los que se hayan podido encontrar atravesando capas formadas de ellos.

Estos elementos geognósticos producidos por una causa en actividad á nuestra vista, pero intermitente y de todas las épocas, quizá desde la de la creacion del núcleo terrestre modificado por el fluido etéreo, ha debido obrar no solo modificando irregularmente el espesor de la parte cortical, sino alterando sus materiales y rompiendo lo que estaba ya formado. Esta es, en efecto, una de las causas mas especiosas que se han presentado al espíritu humano, para dar una especie de explicacion á las irregularidades secundarias, que presenta la superficie de la tierra y de que resultan nuevas cuencas secundarias, por el alzamiento de ciertas montañas, ó por el hundimiento de ciertos valles en épocas diferentes.

Esta elevacion y hundimiento arrastrando en su disposicion rocas ó terrenos evidentemente de formacion neptuniana, ha dado orígen á la que se llama hoy en geologia, teoría de los alzamientos ó mas bien de las dislocaciones, atribuidas por unos á una fuerza elevadora que no puede ser otra sino la fuerza volcánica, y por otros á una causa depresora, que ademas de la fuerza volcánica, obraria aun mecánicamente por la contraccion de los estratos, por su desecacion y su amontonamiento.

Igualmente es la causa volcánica la que ha producido el metamorfismo de las rocas, ó la transformacion de rocas neptunianas en rocas cristalinas á semi-cristalinas.

Esta manera de considerar y entender la geognosia, fundada en la generalidad de los hechos, nos parece tener por resultado importante el manifestar cuan ventajosa debe ser la paleontologia ó el estudio de los vestigios que los cuerpos organizados han dejado en el seno de la tierra, para ilustrar las cuestiones de sincronismo y del grado relativo de antigüedad de las capas depositadas en las diferentes cuencas, la cual debe conducir á su etiología tanto como sea posible con ayuda de una analogía bien manejada en la apreciacion de las causas que obran á nuestra vista, y de las que han obrado en la sucesion de los siglos.

Segun esto, se ve que la clasificacion de los terrenos que son las unidades de la serie geológica, aunque frecuentemente poco distintos, poco separados, puede ser seguida en la gran concepcion de Werner, desde el suelo de la creacion hasta los terrenos actuales, y dar:

I. *Las rocas primitivas* ó *primordiales*, creadas tales, y orígen y manantial de las otras, se han designado despues con denominaciones sumamente variadas, sacadas de los puntos de vista bajo que se las ha considerado, comprendiendo en ellas las rocas de transicion ó intermediarias como simples modificaciones, resultados de la accion del aire y del agua, y quizá del calor, y que hemos llamado *primarias*.

II. *Los terrenos* ó *rocas secundarias*, comprendiendo *las terciarias*, etc., son modificaciones mas profundas de las rocas primordiales, determinadas por los agentes físicos, por el aire, las aguas, como por los seres organizados que las han habitado y hecho entrar sus despojos en su composicion.

III. En fin, las rocas intercalares que quizá no son tampoco mas que modificaciones de las rocas primitivas, pero por el fuego, obrando ellas mismas para producir lo que se llama hoy *rocas metamórficas*; que no deben en manera alguna constituir una clase distinta, lo mismo que los *aglomeratos* que no son sino modificaciones mecánicas de estas mismas rocas.

En la primera clase es muy difícil establecer buenas divisiones entre las rocas que la constituyen; la misma de *transicion*, intermedia ó primaria, que se fundaria en la disposicion mas ó menos esquistosa, seria bastante difícil de caracterizar de una manera exacta; sin embargo, se la comprende, sobre todo teniendo en consideracion, como hemos indicado, la presencia ó ausencia de los cuerpos organizados.

En la segunda clase, la de las rocas secundarias, se encuentran por el contrario buenas divisiones que establecer, tomando por base su posicion con relacion á dos terrenos principales, considerados como una especie de horizontes, de faros, en la posicion; estos

son la hulla y la creta. Esto produce necesariamente tres divisiones ó sub-clases, que segun su posicion constante, se pueden designar con el epíteto de inferior, de medio y de superior, y cada una de estas sub-clases puede á su vez ser dividida en tres, con relacion á un terreno considerado como principal: así en el primero, como el carbon hullífero es el principal, se subdividen estos terrenos en *sub-hullífero*, *hullífero* y *supra-hullífero*; lo mismo sucede en los terrenos secundarios medios, con relacion á la caliza jurásica que será dividida *sub-jurásica*, *jurásica* y *supra jurásica*; esta última formada por los terrenos cretáceos. En fin, el terreno superior, terciario de los autores, está ya dividido en eóceno, mióceno y plióceno, que podrian llamarse *sub-calizos*, *calizos*, *supra-calizos*, tomando la caliza grosera como centro.

En cuanto á los terrenos ó rocas de la tercera ó última clase que Werner habia pasado en silencio, confundiéndolas con los terrenos primitivos, como Humboldt propone, no se las podria considerar como modificaciones de los terrenos primitivos y aun de los terrenos secundarios, sino por la accion del fuego y como verdaderamente anormales bajo todos los aspectos y considerarles siempre como accidentales, y dividirlos segun la roca principal interna en *sub-basálticos* ó traquitos, *basálticos* y *supra-basálticos* ó lavas.

En fin, no deberia formarse un grupo de terrenos diluvianos bajo el título de terminales; en efecto, estos terrenos llegan necesariamente los últimos, cuando el suelo ha salido de las aguas, despues de haberse formado completamente debajo de ellas; ellos y los terrenos primarios de transicion no pueden venir, sino en las dos extremidades de la serie.

Si se consideran los restos de los cuerpos organizados en sí mismos, no hay ley alguna en el órden de aparicion y desaparicion de las especies en la serie de los terrenos, ya se siga la gradacion animal ó su degradacion. No se puede, pues, atribuir los fósiles sino á las circunstancias de habitacion y de ningun modo al órden de creacion.

En efecto, si se encuentran abundantemente restos fósiles y vestigios de especies de las mas elevadas en la serie animal, en los primeros terrenos zoóticos, se encuentran tambien de las últimas.

Un hecho digno de ser notado, es que, si para las especies marinas se encuentran diferencias notables entre las que se hallan hoy en nuestros mares, y las de los trópicos ó mares meridionales, tanto en las especies como en las formas genéricas, esto no se verifica con las especies de agua dulce, ni con las terrestres; en todas partes de la superficie de la tierra, son planorbos, fisas, limneas, paludinas y ciclostomos.

Otro tanto puede decirse respecto de las formaciones geológicas; si los estratos de nuestras formaciones marinas encierran en gran número vestigios de especies y de géneros que parece no se encuentran en nuestros mares actuales, no es lo mismo de los estratos de las formaciones de agua dulce ó terrestres; estas son siempre limneas, planorbos, fisas, ancilas apenas distintas como especies, de las que viven hoy en nuestras aguas dulces, pero ciertamente sin formas nuevas. Si se encuentran melanopsides en ciertos terrenos de agua dulce, es en las comarcas donde existen aun vivas, en España, Grecia y otros paises.

¿No es este un argumento contra la disminucion de la temperatura en la superficie de la tierra? En efecto si esta disminucion se hubiera verificado, es evidente que hubiera debido alcanzar mucho mas á las aguas dulces que á las saladas, y por consiguiente á los seres que encerraban.

Esta observacion no es favorable á la disminucion en la profundidad de los mares, que ha podido determinar la destruccion sucesiva de un gran número de especies que no se encuentran hoy sino en mares profundos; las cipreas, las olivas, los estrombos y aun los murex y otras muchas, se hallan en este caso. Otros varios hechos tienden por lo demás á probar esta disminucion en la profundidad de los mares.

Si ahora comparamos esta concepcion *á priori* con el conjunto de los hechos generales y de los terrenos geológicos, veremos que se adapta exactamente, y que está verdaderamente deducida de ellos.

El suelo granítico es siempre inferior á todos los terrenos, y las cordilleras de montañas graníticas son en general las mas elevadas del globo; este suelo y estas montañas son, pues, anteriores á todos los terrenos y á la existencia de los seres organizados; es propiamente el suelo de la creacion con sus tierras vírgenes.

Las partes mas superficiales de las montañas graníticas, descompuestas en el sitio, han podido dar orígen al gneiss, y quizá aun á ciertos micasquistos.

La degradacion atmosférica, meteórica y acuosa de estas capas de gneiss y de micasquistos, ha desnudado las cumbres graníticas, de manera que ya no se encuentran el gneiss y los micasquistos sino en los costados de estas montañas.

Pero un hecho importante es que estos gneiss y estos micasquistos reposan siempre, sin intermedios, sobre los granitos, con los cuales se comunican por pasos imperceptibles, y cuando las capas secundarias reposan inmediatamente sobre los granitos, lo cual tiene lugar frecuentemente, no hay gneiss, ni micasquistos en aquellas localidades. La razon es evidente; porque los granitos, cubiertos muy pronto por calizas ó arcillas, etc., han sido protegidos contra las causas que los han descompuesto en otras partes, para formar los gneiss y los micasquistos. De manera que estos últimos deben siempre salir de debajo de todos los verdaderos depósitos acuosos.

Pero hay otros micasquistos y aun quizá otros gneiss que contienen restos de cuerpos organizados; pueden estar ó sobrepuestos á capas secundarias ó terciarias, ó reposar inmediatamente sobre los granitos. Pero en uno y en otro caso se les debe considerar como un transporte mecánico por las aguas, de los restos de los primeros gneiss y de los primeros micasquistos con los cuales se han mezclado en el transporte los restos de cuerpos organizados.

En fin, los gneiss y los micasquistos que han producido el metamorfismo de las capas calizas sobre que se encuentran sobrepuestos, parece que deben ser atribuidos á la causa ígnea que ha impelido sus materiales de abajo á arriba en diferentes localidades. Por lo demás, otro tanto se puede decir de los granitos accidentales que se encuentran sobrepuestos á algunos depósitos acuosos. Estas son excepciones á la marcha general de los fenómenos.

Llegamos despues á un grupo que los geólogos sistemáticos han referido, ya á los terrenos de transicion, ya á los secundarios. Se distingue por un gres compacto, penetrado en el interior por una arcilla negra ó gris, lo que le ha hecho dar el nombre de grauwacke. El esquisto arcilloso alterna regularmente con el grauwacke, cuyo lugar ocupa muchas veces; la caliza que se encuentra en esta formacion, es de color oscuro, casi negro. Se encuentran en ella trilobitos, crustáceos, moluscos y pocas plantas. Los moluscos son generalmente animales de mares profundos, salvo algunos traquelípodos fitófagos, y cierto número de patelas que son por lo comun animales de riberas. Se encuentran tambien políperos y un gran número de crinoideos, animales de mares profundos.

Segun estos hechos, se deben considerar, pues, los grauwackes como un resultado de la continua agitacion en que las aguas han tenido á la sustancia cuar-

zosa de las rocas graníticas; esta sustancia cuarzosa se ha convertido en un gres compacto al cual se ha mezclado la arcilla negra ó gris, que ha podido proceder de la descomposicion de la mica. Y en ciertos casos, estas micas convertidas en arcillas, se han encontrado solas, y reemplazan á los grauwackes. Pero siendo estas rocas el resultado de una descomposicion mas profunda, de una desagregacion y un transporte mas considerable en mares mas ó menos profundos, deben ya separarse, y se separan en efecto, mucho mas de los granitos.

Las calizas negruzcas ó azuladas de esta formacion, son generalmente arenosas, y contienen políperos, muchos crinoideos y aun peces; han sido, pues, formadas en mares profundos, y probablemente al mismo tiempo que los grauwackes y los esquistos cuyos elementos contienen y con los cuales se unen. Tambien se podria suponer que las que contienen muchos peces, habrian podido ser depositadas en la inmediacion de las primeras emanaciones volcánicas sub-marinas, y otras que forman montañas que parecen rotas en sus capas, estarian sin duda modificadas por la causa ígnea.

En esta division es donde se encuentra el antracito, especie de carbon metálico, diferente de la hulla, que podria deber su orígen á sustancias vegetales mezcladas con sustancias minerales y modificadas por el calor.

En fin, estas diversas formaciones mas ó menos paralelas entre sí, y por consecuencia contemporáneas, estan cubiertas superficialmente en un gran número de puntos por tierras arcillosas parduzcas, limonitas, arenas blancas ó amarillas, algunas veces rojas, colores que pueden hacerlas considerar como fragmentos de gres rojos ó de granitos de color de rosa, etc.

Estas arenas y estas arcillas han sido frecuentemente consideradas como pertenecientes á los tiempos modernos; pero es mas probable que se refieran, lo mismo que los terrenos metalíferos, á los últimos términos de los terrenos hemilisianos, de que acabamos de hablar.

Si se añade que todos estos terrenos de transicion ó primarios estan á descubierto en las partes mas septentrionales de Europa, de Asia y de América; que igualmente en el Norte, en Alemania y en Inglaterra, etc., es donde mejor se han estudiado estos terrenos, porque existian en la superficie; que en la península escandinava, en Noruega, en Suecia, en Finlandia, en la Rusia septentrional, europea y asiática, en las costas del mar de Behring, en la Groenlandia y una gran parte de la América del Norte, los terrenos secundarios y terciarios faltan totalmente; que aun en muchos puntos de estas comarcas la formacion primitiva de granitos, gneiss, no está cubierta por ninguno de los terrenos primarios, secundarios y terciarios. Si se añade todavía que hay algunas hácia el polo Sur, y que aproximándose á las partes medias y ecuatoriales de la tierra, se encuentran mas abundantemente los terrenos secundarios y terciarios; si se consideran todos estos hechos generales reuniéndolos, hay motivo para creer que todas las comarcas donde se observan tambien terrenos primitivos y de transicion, han sido las primeras que han salido de las aguas, y por esta razon no han podido ser cubiertas por las formaciones secundarias y terciarias. Esto, por otra parte, estaria de acuerdo con el movimiento general de las aguas de los polos hácia el ecuador.

Estas conclusiones que seran cada vez confirmadas por los hechos que vamos á exponer, nos conducen á considerar que los terrenos secundarios fueron depositados antes del fin de las formaciones primarias y que las han constituido despues.

Hemos dividido los terrenos secundarios en gres hullífero, trias, lias, jurásico y creta, á los cuales podemos añadir los terrenos terciarios.

Estos terrenos se han desarrollado muy desigualmente en el globo. Es bastante raro encontrar, si es que existen, todos los miembros de la serie de las formaciones secundarias y terciarias reunidos en un mismo país. Las series mas completas, sin contenerlos todos, se muestran en Turingia, en el Hannover, la Westfalia, la Baviera, la Francia septentrional, el centro y el sur de Inglaterra. Muchas veces grandes formaciones, por ejemplo, el gres rojo ó la caliza alpina faltan enteramente, otras veces el segundo está contenido en el primero como una capa subordinada; otras veces tambien, todos los términos de la serie geognóstica, entre la caliza alpina y el Jura, ó los que son posteriores á la creta, se encuentran suprimidos.

El terreno hullífero compone la division mas inferior de los terrenos secundarios, algunas veces hace una excursion en las divisiones superiores, muchas tambien, se separa de ellas, y en general presenta muchas irregularidades en sus yacimientos. Va acompañado del gres hullífero y de la caliza carbonífera. Con frecuencia se ve, en las hulleras de Alemania, pórfido cuyas erupciones pueden ser consideradas como una de las causas de la presencia del carbon en las entrañas de la tierra. Los depósitos estratificados de hulla, su extension, conducen á creer que cierto número de hulleras fueron primero depósitos de turbas. La turba es una sustancia que ha experimentado ya en su tejido la modificacion que caracteriza á la hulla; la nafta está desarrollada en ella: ahora bien, esta sustancia mineral no existe en un vegetal fresco ó seco, y no puede desarrollarse sino cuando este vegetal ha quedado sepultado bajo las aguas y ha sido privado del contacto del aire atmosférico. Una turba compacta, como se encuentra algunas veces, está en condiciones que la acercan mucho á la hulla. Pero si añadimos que, en un gran número de casos, la totalidad del yacimiento de la hulla ha sido calentada y abrasada por erupciones volcánicas, la mayor parte porfídicas, sin que los principios gaseosos hayan podido escaparse, la transformacion de la turba en hulla adquiere un grado mas de certeza. Frecuentemente se encuentran en las hornagueras troncos de árboles que no dejan duda alguna sobre el orígen de muchas hulleras.

Pero en otros casos tambien; todo conduce á creer que las hulleras han sido formadas por el transporte de sustancias vegetales en lagos ó en golfos mariscos.

Ademas de los numerosos fósiles vegetales que se encuentran en el terreno hullífero, los fósiles animales son ó especies marinas, algunas veces de mar profundo, algunas veces de ribera, ó especies de agua dulce. El estudio de estos fósiles podria, pues, conducir á determinar el modo de formacion de las hullas locales.

Como quiera que sea, el gran depósito de hulla se encuentra en el límite de las rocas de transicion y de las rocas secundarias. En la zona templada del antiguo continente, la hulla desciende hasta los lugares mas bajos del litoral. Cerca de Newcastle-en-Tyne se encuentran al nivel, y sobre el nivel del mar, cincuenta y siete capas de arcilla endurecida y de conglomeratos, alternadas con veinticinco capas de hulla. Las arcillas y los gres son las rocas que alternan mas generalmente con las hullas y que las cubren, y algunas veces estas reposan inmediatamente sobre el granito.

Todas estas circunstancias de yacimiento prueban que en la época de la formacion de las hullas, habia tierras fuera del agua en que crecian vegetales, rios que los transportaban, pantanos y lagos que formaban hornagueras, lagos y golfos marinos que recibian los restos vegetales arrastrados por los rios; que estos rios llevaban, al mismo tiempo, los detritus de las

rocas primitivas y primarias que habian salido del agua, de donde han procedido los gres y los esquistos que acompañan á las hullas; estas circunstancias, con la posicion del gran depósito hullífero, intermedio entre los terrenos primarios y secundarios, es decir, en contacto con los primeros y con los segundos, nos conducen á reconocer que las hullas marinas se han depositado, no lejos de las riberas de los mares primitivos, mientras que otros se han depositado al mismo tiempo ó mas tarde, en lagos de agua dulce, y desde este momento no debe esperarse encontrar hullas bajo las grandes masas secundarias que se formaban al mismo tiempo y despues en el seno de los mares mas profundos.

Pero, ademas del gran depósito hullífero, hay criaderos excepcionales de hulla, que se han formado sin duda de la misma manera, pero probablemente en otras circunstancias de suelo y mas tarde. Se ven ya, por ejemplo, hulleras en la oolita jurásica, y aun hay una explotacion cerca de Buckenbourg. Se encuentran en varias localidades en cuencas pequeñas, y su presencia en las cuencas elevadas del Jura, ha excitado la curiosidad hace mucho tiempo. Estos depósitos excepcionales prueban mas y mas el orígen vegetal y natural de las hullas, que no pueden, en tal caso, ser atribuidas á otras condiciones que las de la naturaleza actual.

La segunda division de los terrenos secundarios, que hemos llamado *supra-hullíferos*, corresponde á las hiladas superiores del gres hullífero y al trias. Esta division consiste en una serie de capas de gres, de caliza, de arcilla y de marga, que afectan comunmente una testura esquistosa. El bunter-sandstein de la escuela de Werner, el gres abigarrado de los franceses ó el nuevo gres rojo de los ingleses, es la capa mas desarrollada en todos los paises que pertenecen al terreno secundario; por todas partes, y tan lejos como alcanzan nuestras noticias, sabemos que forma cordilleras de montañas. En Alemania y en Francia, sostiene el muschelkalke, rara vez sin intermediario, porque lo mas frecuentemente se encuentra un lecho de marga roja ó verde interpuesto. Capas de la misma naturaleza separan al muschelkalke del lias que tiene sobrepuesto. Buch ha dado el nombre de keuper á estas capas y á todas las que se refieren á ellas. Debajo del gres abigarrado se encuentra en Alemania un esquisto calizo llamado zechstein en aquel país, caliza magnesiana en Inglaterra, y caliza fétida y gris entre nosotros. Esta caliza va acompañada de una arcilla esquistosa que contiene cobre sulfurado, muy visible en el país de Mansfeld. Esta serie de capas está apoyada en el gres rojo de los alemanes ó viejo gres rojo de los ingleses, ó pudinga.

Los pórfidos del gres rojo se encuentran en la extremidad meridional de la Alemania, en el Tyrol.

El zechstein ó caliza alpina, se extiende en una parte de la Alemania, de la Francia oriental, en los Alpes suizos, la Baviera meridional, el Tirol, la Estiria, etc., etc. En el monte Perdido, en la cordillera de los Pirineos, esta roca de caliza fétida se eleva á mas de 1,750 toesas de altura; en los Andes del Perú, se eleva hasta 2,000 y 2,207 toesas. La gran altura á que se encuentran estas calizas fétidas, su olor, su estructura esquistosa, sus fósiles, prueban á no dudarlo, que han sufrido la accion de volcanes sub-marinos y que han sido alzadas sin duda en las localidades donde llegan á tales elevaciones.

En Alemania el zechstein se encuentra algunas veces cubierto por la serie sobrepuesta del muschelkalke, del yeso fibroso y arcilloso, del gres abigarrado ú oolítico, del yeso foliáceo y salífero. El muschelkalke de las orillas del Weser, es paralelo al lias de Inglaterra, lo que prueba que en las dos extremidades del gran mar secundario, estos dos terrenos, que se consideran como sobrepuestos en las clasificaciones artificiales, han podido depositarse al mismo tiempo.

En los gres de este grupo secundario, se encuentran vegetales fósiles terrestres, reptiles y peces. En las margas se encuentran moluscos de ribera, bocinas y mias, que viven ordinariamente en las margas de las riberas. En los yesos, restos de reptiles, de peces, moluscos, muchos de los cuales son de riberas, tales como naticas, venericardias, mias, aviculas, etc. En las calizas se encuentran reptiles ictiosauros, moluscos de mar profundo, encrinos, radianos de mar profundo; pero tambien moluscos de riberas.

Asi la posicion de los diferentes grupos de esta division supra-hullífera, ó triásica, la naturaleza de sus fósiles, vegetales terrestres, reptiles de embocaduras, moluscos de riberas, peces y moluscos, asi como radiados de mar profundo, prueban que estos terrenos son de formaciones fluvio-marinas en gran parte, que estas formaciones podian efectuarse mas ó menos lejos de las embocaduras, y engranar entonces bajo las capas de transicion y sobre la que llamaremos terreno jurásico, despues recibir en diferentes puntos enclaves de terreno hullífero, sobre el cual han podido igualmente engranar.

Llegamos á los tres últimos grupos secundarios que hemos llamado *sub-jurásicos* ó *lias* paralelo al trias ó supra-hullífero, y probablemente de la misma época; *jurásicos* ú *oolíticos*; *supra-jurásicos* ó *cretáceos*.

El grupo oolítico ó jurásico contiene hulla y es muy rico en fósiles. Se compone de terrenos muy variados y se extiende desde los Alpes hasta la Franconia, y quizá las calizas de los Alpes deben referirse á esta formacion; se encuentra frecuentemente en las montañas que cercan el Weser y en Inglaterra.

La caliza jurásica reposa cerca de Lafenbourg sobre granito, en el Schavarzwald sobre el gres rojo ó hullífero. La formacion jurásica constituye la cordillera del Jura Suizo, da orígen en Alemania á los Alpes de Suabia, ha hechado ramificaciones en la parte oriental de Franconia y en el alto Palatinado. La caliza de los Apeninos forma quizá parte de este grupo. La capa inferior de esta gran formacion es llamada *lias* en Inglaterra donde predomina, y es como hemos dicho, paralela al trias del Weser.

La formacion jurásica ú oolítica se compone en general de una alternacion de rocas calizas, arenáceas y arcillosas; las arenas y las arcillas son una descomposicion mas profunda de las rocas primitivas á cuyos restos se han mezclado los de las rocas de transicion y de las rocas secundarias que hemos visto reposar sobre las primitivas y sobre las de transicion, tales como los gres supra-hullíferos y triásicos; todos estos restos, transportados mecánicamente, se han mezclado con los productos de los cuerpos organizados.

El terreno cretáceo es muy dilatado y contiene muchos fósiles curiosos y todos marinos.

Los gres y arenas ferruginosas, los gres y arenas verdes, los gres secundarios de lignitos se manifiestan entre la caliza alpina, jurásica y la creta, es decir, hácia el límite de las dos.

En una nivelacion barométrica, hecha en 1805, de París á Nápoles, Gay-Lussac y Humboldt han visto salir sucesivamente bajo la creta, la caliza del Jura, la caliza alpina, el gres rojo, el gneis y el granito. Se ha reconocido la creta en varias partes de Alemania, en el país de Hanover, al pié del Harz, cerca de Goslar, en el Brandeburgo cerca de Prentzlow, y en la isla de Rugen. Pero varios de estos pretendidos depósitos de creta son dudosos, porque muchas veces no se puede reconocer este mineral, sino por los cuerpos fósiles que presentan los trozos de terrenos margosos y arenáceos; ahora bien, los fósiles no son suficientes para colocar estos trozos de riberas en la creta verdadera que es siempre un depósito de

mar profundo. Su verdadera creta está en efecto rodeada por los depósitos jurásicos, sobre cuya extremidad interior engrana, y en varios puntos reposa sobre los terrenos de transicion y primitivos; esta posicion constante, unida á los fósiles de la creta, siempre marinos y animales de mar profundo, prueba que la creta es un depósito de alta mar.

Asi en la formacion del lías del terreno jurásico y de la creta, encontramos esta alternacion de continente y de mar de las formaciones terciarias; hay solamente una gran diferencia en la disposicion y en el tamaño de las cuencas. Las montañas jurásicas tienen mucho mas desarrollo que las montañas terciarias; las primeras se hallan en cordilleras que se continúan muy lejos y cuyas rocas forman por lo comun capas horizontales, mientras que las montañas terciarias tienen poca extension. En la formacion jurásica, vemos un gran continente, cuya continuidad nada viene á interrumpir, ó extensos mares que presentan fenómenos en relacion. En la formacion terciaria, el mar actual es el que ha hecho irrupcion en un continente poco diferente del nuestro, ó mucho mas probablemente que ha sido lanzado de él.

Los lignitos jurásicos, los vegetales, fósiles de este terreno, prueban que habia en él tierras descubiertas; la hulla que el grupo oolítico ofrece en ciertas localidades, prueba la misma cosa, y une esta formacion de una manera continua á las formaciones hullíferas y sub-hullíferas.

Los grandes saurios, animales de embocaduras, nos prueban, con los restos vegetales, que habia grandes rios.

Los moluscos fósiles de los terrenos jurásicos presentan un gran número de animales de mar profundo, tales como los ammonitas, belemnitas, nautilos, etc., y animales de bahías y de margas de riberas como las carditas, y de agua dulce ó salobre como el *unio*, etc.

Los terrenos jurásicos deben, pues, considerarse en parte como formaciones fluvio-marinas pelágicas, es decir, que sus depósitos, resultados de las aguas fluviales y marinas, se formaban bastante dentro del mar, mucho antes que los terrenos de transicion, y aun que los terrenos hullíferos y triásicos; que nada por consiguiente impide considerarlos, sino en totalidad, al menos en gran parte, como contemporáneos y formados todos juntos, pero en diferentes puntos de un mismo mar.

Pero lo que hay de mas notable en la formacion jurásica, son sus inmensas cantidades de políperos, sus grandes masas de corales petrificados, que forman montañas, y que se deben considerar como los arrecifes ó islas de coral antiguas, análogas á las islas que los pólipos forman aun hoy en el mar del Sur.

La disposicion de estas islas de coral colocadas en línea, ó dispuestas en grupos distintos, debe hacer suponer la preexistencia de cumbres de montañas submarinas que habran servido de base á las construcciones de aquellos pequeños seres. Quoy y Gaimard, zoólogos de la expedicion del capitan Freycinet, han probado que en varias islas los arrecifes de coral reposan sobre una roca que no contiene vestigio alguno de polípero. Ehrenberg ha hecho observaciones semejantes en las islas del mar Rojo.

Asi la creta se encuentra rodeada de arrecifes y de montañas de políperos; ahora bien, Quoy y Gaimard han demostrado tambien que la lavadura de los arrecifes del mar del Sur da una sustancia enteramente análoga á la creta blanca, cuya huella han seguido en las corrientes por espacio de veinte y cuatro luguas; ademas, los políperos producen caliza, sílice y todas las sustancias que forman el fondo de la creta; se encuentran ademas en esta una gran cantidad de restos de pólipos y de corales. Todo conduce, pues, á afirmar, que la verdadera creta ha sido formada á expensas de políperos jurásicos, y por consiguiente, al mismo tiempo que estos terrenos, solo que aun antes que ellos en el mar; lo que lo prueba mas y mas, son los demás fósiles de la creta, que son todos marinos y animales de mar profundo en general. Estos fósiles son numerosos y en general estan rotos, triturados y no representan, como en las formaciones de ribera y de embocadura, innumerables reuniones de individuos de las mismas especies; en tal caso se comprende que estos restos han sido conducidos desde lejos y que con los restos y las lavaduras de los políperos jurásicos, han contribuido á aumentar singularmente la masa de las cretas.

Asi, como conclusion general de este estudio sobre todas las divisiones de los terrenos secundarios y de transicion, se ve un mar inmenso, sembrado de islas y de continentes primitivos; en las orillas de este mar se forman terrenos de transicion, y en otras partes terrenos carboníferos, que penetran hasta el suelo jurásico; sobre las riberas tambien y engranando en el suelo de transicion, en ciertos casos, y en otros reposando inmediatamente sobre el granito, se han formado capas triásica y liásica, paralelamente, como el lías de Inglaterra, paralelo al trias de Weser. Mas adelante, se han formado en este mar capas jurásicas por el concurso de los grandes rios y de las aguas marinas, mientras que á su lado, en alturas de agua suficientes y sobre rocas primitivas submarinas, se elevaban arrecifes é islas de coral y de políperos. De manera que en ciertos puntos esta inmensa formacion jurásica reposa sobre el borde interior de los terrenos precedentes, y en otros inmediatamente sobre el suelo primitivo de la creacion.

De la lavadura y de los restos de los políperos, mientras se elevaban, del acarreo de las conchas rotas y de los radiarios libres como los erizos marinos, se han formado las cretas enteramente en el seno de este mar profundo, de manera que la creta reposa en diferentes puntos, sobre los diversos terrenos anteriores, por sus bordes exteriores, que habiendo sido depositados los últimos, debian en efecto, engranar sobre las capas jurásicas, etc., como los últimos depósitos jurásicos engranan sobre el lías y el trías y asi sucesivamente.

Ahora bien, generalizando demasiado esta superposicion por engranaje del borde exterior de un terreno sobre el borde interior de otro, ó para abreviar la cuestion del último depósito de un terreno sobre el primero del otro, se supone, dice Linck que las cinco divisiones secundarias estan sodrepuestas de tal manera, que la segunda no habria empezado á depositarse sino cuando la primera estuviera completamente formada. Sin embargo, es muy posible que formaciones que se consideran hoy como sobrepuestas y de épocas diferentes, se hayan depositado al mismo tiempo y en localidades diversas.

Hay una circunstancia que influye no sobre la edad de las divisiones, sino sobre las divisiones mismas. En el norte de Alemania, por ejemplo, las divisiones de las rocas calizas son visibles y marcadas, porque se hallan separadas por un gres que quizá ha llevado allí la casualidad. Este gres que separa las capas, falta en muchos puntos de los Alpes; entonces se ha imaginado crear la formacion de la caliza alpina que se ha referido, ya á una, ya á otra época geológica, mientras que seria posible que realmente perteneciera á varias épocas, porque los estratos inferiores han debido necesariamente depositarse en una época mas antigua que los estratos superiores, porque la roca se ha formado continuamente, pero sin interposicion de gres. La caliza alpina podria, pues, haber recorrido varias épocas. Consideremos que fácilmente pueden ocurrir trastornos en las montañas elevadas. Las capas toman mala direccion, el equilibrio se pierde, se invierten,

y lo que formaba la parte superior, se convierte entonces en parte inferior. Asi vemos cuan difícil es determinar con alguna precision, la edad de las formaciones en los Alpes.

Un fenómeno notable que ya hemos indicado, es que no se ve el terreno de transicion sino en el Norte, en Suecia, en Inglaterra, y en la Livonia etc.; que no se observa en toda la longitud de la cordillera de los Alpes que va del Este al Oeste, y que hácia el Sur no se encuentra nada que le recuerde. La opinion de varios geólogos, es que las montañas de Génova estan formadas por el terreno de transicion; pero no se ha descubierto en ellas ninguno de los fósiles característicos de los terrenos de transicion, por el contrario, los que se observan en ellas, son bastante raros é indican las divisiones inferiores de los terrenos secundarios. Asi en las latitudes meridionales se ha señalado un terreno de transicion donde faltan los caracteres zoológicos, mientras que en el Norte helado de América, se le encuentra acompañado de todos los caracteres que le distinguen. Estos hechos se hallan en relacion con el movimiento general de las aguas, del Norte al Sur, hácia donde ellas han arrastrado todo el esfuerzo de las formaciones secundarias.

Lo mismo sucede con el muschelkalke que con las rocas de transicion; solo en Alemania y en Francia se ha encontrado con los encrinos que le son propios. No se reconoce en Inglaterra, en la península escandinava, ni en las partes occidentales ó meridionales de la Alemania. Asi se comprende que el muschelkalke sea un fragmento de rocas primitivas transportado á lo lejos, en el límite de los terrenos secundarios con que se mezcla.

Estos hechos de separacion marcada, nos conducen á ver en un solo conjunto todos los terrenos secundarios, como formados en el Mediodia, mientras los de transicion se formaban al Norte.

Si ademas admitimos que muchas montañas deben su existencia á hundimientos ó alzamientos, resultados de la causa ígnea ó de la rotura de las capas, vemos nuevas circunstancias que podran muy bien alterar el órden que se ha querido establecer hipotéticamente en la serie de los terrenos secundarios.

En fin, el estudio de los fósiles del terreno secundario, prueba que todo el conjunto de este terreno está formado en circunstancias casi idénticas y que influyen recíprocamente unas en otras, y que en tal caso no pertenecerian sino á una época y no á varias.

Asi el mundo primitivo nos presenta un gran período geológico, dice con razon Linck, durante el cual en diferentes localidades se depositaron diferentes rocas, alternativa ó simultáneamente. Que un continente se elevaba sobre la superficie del agua, es una verdad que prueban de una manera incontestable los depósitos de hulla, las impresiones de vegetales, los grandes saurios de embocadura, los moluscos fluviátiles. Pero todo conduce á creer, que en aquel continente primitivo, los pantanos, los lagos y los grandes rios eran infinitamente mas numerosos que lo son en la época actual. Las arenas hullíferas, los fósiles casi todos acuáticos, conducen á esta conclusion.

Un vasto océano se extendia á lo lejos; sus aguas estaban pobladas de animales análogos ó idénticos á los que encontramos en tan gran número en nuestros mares actuales. La formacion caliza de orígen esencialmente marino, y resultado del trabajo ó de los restos de estos animales, forma alternativas con un terreno micáceo, que no es mas sino un detritus de la capa cuarzosa rota, desagregada, y descompuesta del globo; en el medio se insinúa la arcilla fina de las partes elementales del feldspato, y la sucia del granito, y que es tambien una parte dominante del pórfido.

Lo que en un punto no fue mas que el resultado de la destruccion, se hizo en otro en medio de la calma y del reposo; porque de tiempo en tiempo se alteró la tranquilidad del globo por erupciones volcánicas que rompieron su superficie y modificaron mas ó menos la cuenca de los mares. Estas erupciones vienen aun muchas veces á agitarle y continuar con mas ó menos intensidad la serie de los fenómenos ígneos como la causa acuosa, continúa paralelamente la produccion de sus efectos.

El gran mar secundario cuyas formaciones acabamos de recorrer en general, vió estrecharse sus riberas cada vez mas por los acarreos triásicos, liásicos, y por los depósitos del sistema hullífero, al mismo tiempo que los arrecifes y las islas de coral y de políperos continuaban sus trabajos que acabaron asi por exceder la altura de agua conveniente á la existencia de estos animales. Tambien se habian producido hundimientos y alzamientos en diferentes puntos y habian acabado de impeler las aguas á los mares actuales que penetraban aun sin embargo por algunos golfos en el suelo secundario. Por otra parte, se habian formado lagos de agua dulce ó salobre, en medio del continente secundario salido del mar. En estos lagos y en estos golfos marinos, se depositaron los terrenos terciarios. En los lagos se formaron capas de agua dulce; en los golfos capas marinas hácia la parte de alta mar, capas de agua dulce hácia la parte del continente, y capas alternativamente marinas y de agua dulce en el límite y punto de union de los dos órdenes, es decir, en la embocadura de los grandes rios, en el punto de encuentro y choque de las aguas marinas y fluviátiles. Los vegetales habian ganado poco á poco el suelo secundario á medida que habian salido de las aguas; sus restos se encuentran con los de los animales fluviátiles en las capas inferiores del terreno terciario; los animales terrestres, confinados por el gran mar secundario en los continentes lejanos, no habian podido acercarse á su centro; asi sus restos no se encuentran en los terrenos que se han formado en sus profundidades. Pero á medida que las riberas de este mar se estrechaban, á medida que daban orígen por su retirada sucesiva á lagos y golfos; á medida que los vegetales cubrian el suelo salido de las aguas, los animales terrestres se extendian y debieron asi dejar sus restos en las diversas hiladas del terreno terciario, donde estan mezclados con moluscos de agua dulce y moluscos marinos. En ciertos golfos terciarios, las últimas poblaciones de políperos encontraron diferentes puntos señalados, donde acabaron de vivir dejando sus restos que se encuentran aun en las calizas terciarias.

Tal es la consecuencia que se deduce naturalmente del estudio de los terrenos terciarios, los cuales no pueden evidentemente ser todos referidos á la misma época, pero que deben haberse formado sucesivamente á medida que el suelo secundario salia del agua, y que el mar se dividia en golfo ó daba lugar á los lagos. En fin, la ocupacion de unos y otros por las mismas causas que habian llenado el mar secundario, ó por causas análogas y diversas, terminaba en cada punto de los continentes actuales la serie de depósitos, por lo que se ha llamado diluvion, si es que no se debe referirle á una causa general y pasagera. Asi nuestros continentes llegaron á su estado actual, que no ha sido modificado despues sino por las desecaciones de nuestros lagos, los aluviones de nuestros rios, las irrupciones y las retiradas parciales de nuestros mares.

CAPITULO XVI.

Despues de haber considerado el conjunto de los terrenos en sus posiciones relativas para deducir de ellas su modo de formacion y su sincronismo general, debemos verificar esta concepcion echando las primeras bases generales de la comparacion de las grandes cuencas, empezando por la mejor estudiada, la

que hemos indicado como medida, la cuenca *celto-germánica*. Esta comparacion, cuyos grandes términos no podemos indicar sino rápidamente, confirmará mas y mas todos estos principios.

La cuenca *celto-germánica* puede considerarse como limitada actualmente al Norte por el mar de este nombre, y comprendiendo al Norte una parte de la Dinamarca, el Hanover, la Alemania septentrional, la Holanda, la Bélgica; al Sur, la Francia septentrional; al Oeste, la Inglaterra y la Escocia; sus límites al Este descenderian del Harz por el valle del Rhin á la cordillera de los Vosges; al Mediodía serian sus límites las montañas del Lionés, de la Auvernia y del Lemosin; al Oeste, toda la Bretaña.

De esta manera un gran mar ocupaba todo el país así limitado, y se extendia desde el mar del Norte hasta la Auvernia. La Bretaña con sus granitos, era quizá una gran isla primitiva. La Auvernia se unia con el Delfinado, la Alta Provenza y el Alto Langüedoc. Este gran mar estaba rodeado por todas partes de terreno primitivo, y de terreno primario ó de transicion, y sembrado de islas de la misma naturaleza; enviaba ramificaciones de sus aguas y de sus corrientes al Este y al Mediodía, y por el Oeste se unia al Océano y al mar del Norte.

Yendo desde las orillas de este mar al centro, encontramos los terrenos primarios, secundarios y terciarios, en el órden siguiente:

I. *Terreno primario*. En todos los paises y todas las grandes cordilleras del globo, el suelo primario puede dividirse en dos grandes formaciones. Un estudio mas detenido hará quizá reconocer en él cuatro formaciones, como sucede ya en el Noroeste de Europa, comprendida la Escandinavia.

La formacion carbonífera en el *gres purpúreo* ó *viejo gres rojo*, forma la parte superior, y ademas hay dos formaciones mal limitadas y compuestas de esquistos, de gres, de aglomeratos y de calizas. Cuanto más antiguas se hacen las capas, menos calizas hay ó mas pierden su potencia las capas de este género. El suelo primario de Inglaterra ha parecido á Murchison que presentaba cuatro divisiones, que forman su sistema siluriano.

Así el terreno primario comprendiendo los sistemas cambriano, siluriano y devoniano inglés, son cada vez mas arenáceos á medida que se acercan á los bordes escarpados de la cuenca de que tratamos, y mas calizos á medida que se alejan. Estos tres sistemas en sus diferentes miembros, rodean la cuenca celto-germánica. Son muy abundantes en Bretaña y en el Cotentin; la masa antraxífera forma una lista á lo largo del Loira, extendiéndose por el Maine y Loira en el Morbihan, y varios otros depósitos en el Sarthe y Mayenne. Se les encuentra tambien en las montañas del Forez y del Beaujolais, y en algunos puntos de los Vosges. Forman todo el Hundsruck, el Eifel, las Ardenas y la parte meridional de la Bélgica. Se encuentran tambien en el Harz, en Sajonia, y en diferentes puntos de la Alemania, en Suiza, en Noruega, y son tambien muy abundantes en el Oeste de Inglaterra.

En estos terrenos se encuentran los crustáceos de la familia de los *trilobitos*, algunos moluscos braquiópodos, terebrátulas, encrinitas y políperos en las capas mas inferiores; las pizarras silurianas de Angers y las calizas que las cubren, presentan muchos trilobitos; se encuentran aun en el terreno siluriano, ortoceratitas, lituitas, *productus*, terebrátulas, etc.; el terreno devoniano contiene ya helechos, calamitas, y otras diferentes especies de plantas que se aproximan á las de las hullas, que siguen inmediatamente; los restos de moluscos y de políperos, son igualmente muy numerosos.

II. *Terreno hullífero*. El suelo secundario puede dividirse en dos grandes formaciones, dice Boué, por la parte inferior arenáceo y por la superior calizo; pero en cada zona, en cada cuenca particular, diferentes miembros vienen á componer estas dos divisiones.

El terreno hullífero, compuesto de gres calizo y de hulla con fósiles vegetales, conchas marinas ó de agua dulce, dientes de peces, entre otros de la familia de los escualos, se presenta en la superficie ú orillas de los terrenos precedentes. Al Oeste de la cuenca los depósitos de hulla se presentan en el Poitou, en Vouvant y Chantonnay; en Bretaña, en diferentes puntos, Nantes y Quimpar; en la Mayenne, cerca de Laval, y en fin, en el departamento de la Mancha, donde se conocen las hulleras de Litry y de Plessis, al Norte y al Noroeste de San-Lo.

Al Mediodía de la cuenca, los depósitos de hulla estan concentrados en torno de la meseta de la Auvernia y del Lemosin. Se observan en Avallon, en Decize en el canal del Nivernes, y en las cercanías de Autun y de Epinaz; despues á lo largo del canal del centro, se encuentran las explotaciones del Creuzot, del monte Cenis, Saint-Berin, Blanzy, etc. Todos estos depósitos hullíferos forman un cinturon recortado en pedazos alrededor del terreno jurásico, y deben distinguirse de las cuencas hullíferas de Auvernia y del Lionés, las cuales se han depositado muy probablemente en pantanos de agua dulce.

Al Este del mar secundario que nos ocupa, los depósitos de hulla reaparecen en la cordillera de los bosques, pero en corta cantidad, al Norte y al Sur de Colmar. Solo al Norte de esta cordillera, al pié del Hundsruck, se encuentran depósitos considerables, que tambien se observan en el departamento del Mosela. Mas lejos vienen los grandes depósitos de la Bélgica, que se encuentran tambien en todo el Norte de Francia y en el Oeste de Inglaterra. Estos inmensos depósitos de hulla, han sido evidentemente formados en el mar, como lo prueban sus fósiles.

III. *Supra-hullífero*. Despues del terreno hullífero, vienen depósitos arenáceos; este es el terreno peneano de ciertos geólogos; en Inglaterra, es conocido con el nombre de Nuevo Gres rojo. Esta roca arenácea contiene fragmentos angulosos ó redondeados de granito, de pórfido, de cuarzo, unidos generalmente por una parte arcillo-ferruginosa; pero estas partes groseras pasan á gres mas ó menos finos, que suelen ser los únicos que se observan. Se indican en ellos algunos restos de peces y de reptiles en Inglaterra; troncos silicificados de coníferas en los Vosges y en Sajonia. Estos gres son muy abundantes en Turingia, donde se les sobreponen esquistos bituminosos con minerales de cobre, algas y coníferas.

Mas lejos, en la Europa central y en Inglaterra, vienen las calizas compactas, gris y fétidas, *zechstein* de los alemanes, divididos en varias hiladas por margas y en que se encuentran depósitos salíferos. El olor y el color de estas calizas, así como los depósitos salíferos, podrian muy bien ser debidos á animales blandos, lo mismo que la saladura de los mares debe ser referida á una causa orgánica. El zeschtein se coloca entre el trias y el gres hullífero en el gres rojo secundario; pero este depósito es tan local que no se encuentra sino en uno ó dos puntos muy limitados de Francia, ó parece otras veces reemplazado por aglomeratos cuarzosos del gres de los Vosges.

Encima del zechstein, se conocen en Turingia calizas magnesianas, cuya magnesia procederia tambien de una causa animal, calizas nuevas compactas, margas y materias arcillosas. En Inglaterra, toda esta serie se reduce á las calizas magnesianas y falta enteramente en Francia.

La naturaleza mineralógica de este terreno, que parece provenir de los restos de las montañas primitivas, en sus gres, sus fósiles terrestres y de agua dulce y su materia arcillo-caliza con sus moluscos y sus depósitos calíferos, prueban á no dudarlo, que todas

estas capas se han depositado sobre las riberas del mar secundario, como su lugar indica.

El gres de los Vosges que se coloca ordinariamente aquí, sigue evidentemente al gres rojo, y es reemplazado en Inglaterra por el gres abigarrado, mientras que en los Vosges reemplaza á la caliza magnesiana. De esta manera se hace paralelo á una porcion del trias.

IV. *Trias*. El *trias* llamado asi porque contiene tres partes, los gres abigarrados, las margas irizadas ó keuper, el muschelkalk ó caliza conquiliana, no existe con sus tres miembros mas que en la parte occidental de los Vosges, y al otro lado del Rhin, desde donde se prolonga por Alemania; en Inglaterra, no se encuentra apenas mas que el gres abigarrado. Como el terreno anterior, el trias presenta depósitos salíferos, moluscos de mar profundo, varias especies de reptiles saurios; en el gres abigarrado es donde se han encontrado impresiones de pasos de aves y otras atribuidas á mamíferos didelfos, segun unos, y á grandes batracios, segun otros. Tambien se encuentran en él vegetales terrestres. Bajo todos aspectos, el trias es, pues, un depósito de embocadura y de ribera.

V. *Lias* y *terreno jurásico*. En el Norte de la Europa continental, el trias va seguido por el sistema jurásico y cretáceo. Las islas Británicas presentan una serie semejante, con la excepcion de que falta el muschelkalk y que hay algunas sub-divisiones particulares del sistema jurásico.

En estas porciones de la Europa, algunas erupciones porfídicas, que se han verificado sobre el terreno hullífero y sobre los terrenos vecinos, han dado lugar á la formacion de un aglomerato particular, el todteliegende, mientras que el sistema jurásico está separado del keuper, por un depósito litoral de limo calizo y de arena, llamado el *lias*, que en algunos puntos se convierte en caliza de belemnitas.

En Lorena el lias está representado por gres; estos gres pasan á la askosa, en diferentes lugares en que reposan sobre los granitos, cuyos caracteres toman poco á poco y en cierto modo; contienen diferentes depósitos metalíferos, como el óxido de manganeso en Borgoña y en el Perigord, el óxido verde de cromo cerca de Autun, etc. En otras localidades son calizas de diferentes clases, algunas veces masas de concha rotas y constituyendo lumaquelas mas ó menos sólidas, entremezcladas en otras partes con margas azuladas que suelen dominar en algunos puntos. Encima de este primer depósito se encuentran calizas compactas agrisadas ó azuladas, en capas poco gruesas, separadas por lechos de margas hojosas; á estas calizas se da mas particularmente el nombre de lias.

Los reptiles ictiosauros, plesiosauros y pterodactilos que se encuentran por primera vez en este terreno, asi como otros reptiles, los vegetales terrestres, los moluscos marinos, prueban que estos depósitos se han formado sobre las riberas.

Las arenas y las margas disminuyen cada vez mas en el segundo sistema de los depósitos jurásicos, los cuales se hacen cada vez mas calizos.

El primer grupo es la gran oolita de los ingleses, que presenta en un principio capas de marga mezcladas con arena, despues capas de oolita ferruginosas y bancos á veces muy gruesos de colizas compactas. Contiene un gran número de conchas frecuentemente rotas. Se cree tambien haber encontrado en él un mamífero didelfo en Stonesfield; las coníferas tambien son en él bastante abundantes.

El grupo oxfordiano, con capas poderosas de arcilla, depósitos mas ó menos margosos y masas estratoideas de caliza, presenta arenas y calizas terrosas ó compactas, mas ó menos oolíticas y ferruginosas. Este mismo grupo ofrece los depósitos de hierro oolítico, que aparecen ya en el grupo anterior.

El grupo coralino, *coral-rag* de los ingleses, es casi enteramente calizo. Sus primeros depósitos son ordinariamente compactos, agrisados ó amarillentos, rellenos de políperos que tienen la estructura sacaroidea, ó que son silíceos. Las hiladas siguientes son ú oolíticas, de granos gruesos irregulares, entremezclados con fragmentos de conchas rodadas, ó las otras compactas, que pasan al estado cretáceo ó margoso.

Los políperos numerosos que contiene este grupo presentan caryofileas, astreas, meandrinas, madréporas de un gran número de especies, que se aproximan mas ó menos á las de los arrecifes de los mares del Sur, con muchos otros géneros. Las conchas numerosas, asi como todos los restos orgánicos, estan hechos pedazos.

A las partes superiores de este grupo, se refiere la piedra litográfica de Solenhofen, en Baviera, en la cual se ha encontrado una gran cantidad de fósiles, de reptiles y sobre todo de pterodactilos, de peces, de insectos de plantas, etc.

VI. *Terreno cretáceo*. Marchando de los terrenos jurásicos hácia el centro de la cuenca, llegan los terrenos cretáceos, que se dividen en varios grupos.

El primer grupo es el terreno *neocomiano*, estas son margas, despues calizas amarillentas mas ó menos groseras, con muchos restos de conchas y de políperos de diferentes géneros. Esta caliza se halla, ya en capas continuas bastante gruesas, ya en pedazos lenticulares en medio de los limos margosos de las arenas y de las arcillas grises; algunas veces falta enteramente.

El depósito Wealdiano se compone de capas alternativas de caliza, de arenas mas ó menos ferruginosas y de arcilla; hay lechos enteros de calizas que se componen de paludinas, y que forman las *calizas de Purbeck*. Las hojas de las materias arcillosas estan cubiertas de *cicladas* y de *anodontes*; en ellas se encuentran diseminadas un gran número de *cypris* pequeñas que son crustáceos casi microscópicos de las aguas dulces. Hay varias especies de peces de agua dulce, restos de tortugas fluviátiles mezclados con saurios marinos y terrestres, entre los cuales se observa el gigantesco iguanodonte, que se aproxima á las iguanas. Tambien se encuentran restos de aves de la familia de las zancudas. Este depósito se extiende, en Inglaterra por todas las partes de los condados de Kent, Surrey y Sussex, designadas con el nombre de *Wealds*, de donde ha venido el nombre de *terreno vealdiano*. Este terreno, que ha sido evidentente formado por el concurso de las aguas dulces, corresponde al terreno neocomiano, que predomina sobre todo en Suiza y al Este de Francia.

Despues vienen arenas blancas, amarillentas, frecuentemente muy ferruginosas, que contienen masas de calizas, arenas, arcillas, calizas y gres, llenos de materias verdes, y pasan insensiblemente á la creta cloritada, á la creta tobácea.

Encima de los gres verdes se presenta la creta propiamente dicha que en muchos lugares se continúa con las anteriores. En otros casos es reemplazada por gres ó cretas margosas, y algunas veces se halla en el estado de caliza compacta. Suele ser poco sólida, y susceptible de desleirse, en cuyo caso presenta una gran cantidad de rocas microscópicas que se llaman foraminíferos. Aunque es generalmente blanca, en algunas localidades toma color gris, rojo, etc.; algunas veces adquiere tambien el carácter oolítivo, y se vuelve casi cristalina y aun magnesiana.

Se encuentran en el terreno cretáceo ammonitas, belemnitas, baculitas, y en general conchas de mar profundo; tambien se encuentran en él saurios, tales como el *mosasaurus* de Maestricht, pero en las arenas que parecen de riberas.

Tal es el conjunto de los terrenos en la cuenca celto-germánica, donde se ve que son cada vez s

arenáceos, margosos y arcillosos, á medida que se alejan del centro y se acercan á las montañas de las riberas, que han prestado las materias arenáceas; y por el contrario, mas y mas calizas á medida que se separan de las riberas para llegar al centro.

Otra nota importante, es que la discordancia entre las capas sobrepuestas es mucho mas frecuente en los depósitos de ribera; asi tanto debajo, como en medio y encima de la hulla, esta discordancia de las estratificaciones es mas frecuente; lo mismo sucede un el trias. Ahora bien esto debia ser asi, porque hácia las riberas de los mares son mas numerosas las corrientes y se hallan mas sujetas á variaciones en su direccion, por todas las alteraciones, las rupturas, las erosiones de los precipicios, los acarreos, los hundimientos, los alzamientos lentos ó repentinos, y aun por los volcanes que existen frecuentemente en las orillas de los mares, y que encontramos en efecto al Sur del mar celto-germánico en Auvernia; al Noroeste de la misma cuenca, en las montañas del Bajo Rhin, desde Coblenza, y Colonia, Francfort, Luxemburgo, y Cassel. Estas son, pues, las causas naturales probables de la discordancia de las estratificaciones de todos estos parajes; mientras que las capas jurásicas, mas avanzadas en este mar, no debian sufrir mas que una corta influencia de todas estas causas, aunque hayan debido depositarse al mismo tiempo que las anteriores; lo mismo sucede y con mayor razon, con las capas de la creta, que se depositaban enteramente en el centro de este mar. Y en efecto, ninguna de las numerosas hiladas jurásicas, ha presentado todavía discordancia con las hiladas de la verdadera creta. Los geólogos que creen en las revoluciones ven en estos hechos la prueba de un largo período de tranquilidad en la superficie de la Europa, durante la formacion de los terrenos jurásicos y cretáceos. Los que las combaten sostienen que los terrenos jurásicos y cretáceos, se formaban en el centro de un extenso mar, y que no eran turbados, en sus depósitos, por todas las causas que hácia las riberas alteraban las corrientes, alzaban ó hundian los peñascos, etc., y que cambiaban frecuentemente los depósitos sub-hulliferos, hulliferos, supra-hulliferos, y triásicos, etc., que se formaban mas cerca de las orillas del gran mar.

Sin embargo, hácia el fin de los depósitos jurásicos y cretáceos, el mar celto-germánico estaba lleno; los políperos del coralrag habian llegado á flor de agua; los alzamientos lentos ó repentinos de las costas del Este de que hemos hablado, ó algunos hundimientos hácia el Oeste, estrecharon mas y mas las aguas de aquel mar y la dividieron en dos grandes golfos, uno de los cuales fue la cuenca terciaria de París, y otro la cuenca terciaria de Bélgica y de Inglaterra, que siguen ambas al mar de creta. Rios que corren hoy sobre estos terrenos terciarios, tales como el Marne, el Sena, el Loira, que vienen del suelo jurásico y cretáceo del Este y del Sur, lo cual confirma su mayor elevacion, empezaron á depositar en él las capas terciarias.

Prevost ha sido el primero que ha dado una descripcion de los diversos terrenos de la cuenca de París, que se refiere estrechamente á los hechos. La segunda formacion lacustral no se muestra precisamente encima de la primera formacion marina; la caliza silícea no existe sino al Sudeste de la cuenca, y la caliza grosera aparece por el contrario al Norte. El yeso con sus margas no es superior á la caliza grosera; porque se ve en Montmartre, por ejemplo, sus capas inferiores, alternar con la caliza. He aquí la consecuencia que deduce de estas disposiciones: encima de la formacion cretácea, ha habido como se reconoce generalmente, un cambio de accion en sus causas. La creta se distingue de las capas terciarias de una manera marcada por sus caracteres mineralógicos y por sus fósiles. La creta formó pues el fondo de una cuenca llena de agua salada como el mar Caspio que quizá por la parte del Norte no estaba separada del mar sino por un dique estrecho. En este lago se depositó á trechos, y no en todo él, la arcilla plástica que no contiene mas que lignito, y ningun otro cuerpo organizado. Una gran corriente de agua dulce hizo irrupcion en esta cuenca por la abertura en que penetraron el Sena y el Marne; y rechazó las aguas marinas, arrastrando consigo conchas de agua dulce.

Entonces se formaron al mismo tiempo y en la misma cuenca, depósitos de una naturaleza diferente, absolutamente como sucede en el mar secundario; en el Norte, que estaba cubierto de agua marina, se formaron constantemente depósitos marinos, y por el contrario, donde penetró el agua de rio, se formaron depósitos de agua dulce. Hácia la línea intermedia, estos depósitos debieron alternar cambiando de naturaleza, segun predominaba el agua dulce ó marina; esto se confirma en efecto por la observacion de los hechos. Al Norte de la cuenca, la caliza grosera es la única roca que ha adquirido potencia, y por el contrario, al Este es la formacion yesosa con sus margas. París está situado poco mas ó menos en la línea divisoria; en ella no se encuentra realmente ninguna estratificacion regular, solo se observan mezclas de conchas marinas y fluviátiles con depósitos de lignitos y conchas de agua dulce en la caliza grosera de París propiamente dicha. Esta explicacion puede servir de tipo para las que podrian intentarse dar acerca de otras cuencas geológicas; y se ve que son los mismos principios los que han guiado la explicacion de la gran cuenca secundaria celto-germánica.

Como parte de la cuenca de París, hácia el Medio-día, Montabuzard, situado á una legua al Oeste de Orleans, es uno de los puntos mas curiosos de las formaciones terciarias. Esta localidad está colocada en el nacimiento de una gran llanura elevada, bastante distante de toda montaña considerable, y formada de capas margosas; se encuentran en ella huesos y dientes del *mastodon tapyroides*, de *palæotherium* y de *lophiodon*. En la Turena, cuenca de la Lorena, se han encontrado los huesos de un gran *palæotherium*. Mas lejos al S. O., está el yacimiento de Argentan, á un cuarto de legua proximamente de la ciudad de este nombre, en una colina terminada por una meseta; allí se encuentran huesos de cocodrilo, *palæotherium* y *anoplotherium*. Al Sudoeste de Argentan, entre Bourges y Saint-Amand, hay dos yacimientos semejantes.

En el golfo Norte del mar celto-germánico, se depositaron terrenos terciarios análogos. En Inglaterra, los alrededores de Londres y en la isla de Wight, presentan la creta coronada de una arcilla de alfarero, que por su dimension y sus fósiles parece corresponder á la época de la caliza grosera de París. Toda la sucesion de los terrenos terciarios aunque diferente por sus caracteres mineralógicos, se parece por sus fósiles marinos, fluviátiles, terrestres, á los terrenos terciarios parisienses. Por esta razon no se podria suponer sin temor de engañarse, que los animales terrestres han sido conducidos por las aguas desde la costa de Francia.

La Bélgica limitaba al Norte este continente que las cadenas de montañas nos ayudan aun á reconocer, y en el que hemos indicado lagos y golfos. Probablemente en la época de que hablamos, la Bélgica estaba cubierta por las aguas del mar y no formaba con el Oeste de Inglaterra, cuyos terrenos terciarios corresponden á los de Bélgica mas que un mismo golfo que se unia al mar del Norte.

Posteriormente, este golfo pudo dar orígen al Paso de Calais que unia antes la Inglaterra al continente, durante el período terciario. En los fondos de la cuenca belga se encuentran huesos de cetáceos, y en el Brabante meridional, una caliza grosera que contie-

ne osamentas de anfibios y de mamíferos, y conchas marinas en las capas mas superficiales. El lignito del Bajo-Rhin parece tambien que no se puede referir á otra época. Mas lejos remontando el Rhin, llegamos á un yacimiento interesante de huesos fósiles y de animales perdidos que se halla en la ribera izquierda del rio, cerca de Eppelsheim. En la parte Noroeste del Bajo-Rhin, que se extiende desde Bingen á Basilea, se ve el terreno terciario dominado por lechos de arena fina y ferruginosa, principalmente en la inmediacion de Alzey, en los valles de Weinham, Flacheim, Eppelsheim. En los dos primeros puntos, se presentan los caracteres de una formacion fluvio-marina y en Eppelsheim, los da una formacion de agua dulce. Un yacimiento de agua dulce, tan próximo á conchas marinas y mamíferos terrestres reunidos, hace muy verosimil la existencia de un gran golfo, que se adelantaba en el continente que el promontorio anglo-parisien limitaba, por otra parte, por la línea del Paso-de-Calais.

Los animales vivian, quizá, en los pantanos inmediatos al mar, y la presencia de huesos fósiles en Eppelsheim, la diferencia que se observa en ellos entre este terreno y el de París, pueden conducirnos á suponer que estas osamentas han venido de la ribera oriental que está al lado opuesto.

Si remontamos mas allá de este golfo, llegamos al Bastberg, uno de los promontorios de los Vosges, detrás de Buchsweiler, á ocho leguas Noroeste de Estrasburgo. Está formado de una caliza de agua dulce que á veces llega á una potencia de sesenta piés; contiene conchas, ya acuáticas, ya terrestres, en mayor abundancia en la parte superior que en la inferior. Lo mismo sucede con los huesos fósiles, que son tambien mas numerosos en la parte superior. Ya estamos en medio del continente del antiguo mundo; en ninguna parte se encuentran indicios de animales marinos; la Franconia y la Suabia no han presentado mas que formaciones lacustrales ó fluviátiles; lo mismo sucede en la ribera derecha del Rhin.

El terreno marino se extiende por una parte á la Baviera y á la Alta Austria, y por otra á la Baja Austria y la Hungría, en las llanuras de la Wolhinia y de la Podolia. Boué ha dado una buena descripcion de la cuenca de este mar que cubre estas comarcas, y fácilmente se puede comprender la exactitud de lo que asegura.

Semi-cuenca occidental de Francia. Esta semi-cuenca parece haber estado en comunicacion con el mar *celto-germánico*, por un estrecho que separaba al Lemosin de la Vendée, y en que se han depositado los terrenos jurásicos que descienden de Poitiers á Angulema. Estaba limitado al Norte por el suelo primitivo de la Vendée y el estrecho del Poitou; del Nordeste al Sudeste por el suelo primitivo del Lemosin, de la Auvernia y de la Guiena oriental, hasta la Gascuña; al Sur por las montañas graníticas de los Pirineos.

En esta cuenca se encuentra la misma disposicion de los terrenos que en el gran mar celto-germánico; pero son menos numerosos.

El terreno de transicion no se presenta en ella sino en las riberas formadas por la cordillera de los Pirineos.

El terreno hullífero se encuentra en la orilla Este en Brives, en el Lemosin, y mas abajo en Carmeaux, cerca de Alby; despues hay algunos indicios de él hácia Perpiñan, en la orilla meridional; no se le conoce en otros puntos de esta cuenca.

El gres abigarrado y las margas irizadas del trías, existen alrededor de Brives, y al Norte del departamento del Tarn; por consiguiente, en las orillas Este y Sur de la cuenca.

El terreno jurásico se une por el estrecho de Poitou al del gran mar celto-germánico, descendiendo de la Rochela por Angulema, Perigueux, Cahors, hasta Montauban; forma un cinturon desde el Norte por el Este hácia el Sur, alrededor de la cuenca occidental que describimos. El lias domina sobre todo en el Perigord, donde encierra óxido de manganeso; el grupo oxfordiano se encuentra en el Quercy; el grupo coralino se presenta despues en Saintonge y Quercy. Y finalmente, algunos trozos de caliza jurásica, se presentan en los Pirineos, al Mediodía de la cuenca.

El terreno cretáceo presenta, en la base de los Pirineos, yendo hácia el centro de la cuenca, la caliza compacta con los fósiles neocomianos; el depósito wealdiano de las cercanías de Orthez, en las landas de Bellesta y de Saint-Giraux, en el Ariege. El grupo inferior cretáceo, domina en general á lo largo de los Pirineos, en las orillas de la cuenca del Garona. La caliza de hipuritas, radiolitas y esferulitas, se encuentra en varios puntos de esta cuenca, y particularmente en los Pirineos, en el grupo de Corbieres; los mismos géneros de conchas se encuentran tambien en los terrenos cretáceos del Perigord, de la Saintonge y del Angoumois, en la parte Norte de la cuenca.

Encima de las calizas de hipuritas de Corbieres, y en la misma estratificacion, se encuentran grandes depósitos de calizas, casi enteramente formadas de numulitas. Estos depósitos unen los terrenos cretáceos á los terrenos terciarios, porque con los fósiles de la creta, contienen un gran número del terreno terciario parisiense; tales son moldes interiores de ceritas, de naticas, de turritelas, de bucardas, etc.; conchas que se consideraban como características de los terrenos terciarios, y que son la prueba evidente de que los últimos terrenos secundarios, en que se encuentran, se han formado en las mismas condiciones que los terrenos terciarios que les siguen.

Las calizas de numulitas se encuentran á lo largo de la cadena de los Pirineos, en estratificacion concordante con las capas que pertenecen evidentemente al terreno cretáceo superior; se prolongan hasta Bayona.

En la base de estos depósitos, se encuentran en Corbieres y en la montaña Negra, capas de margas ó de calizas. que llegan algunas veces hasta 10 metros de potencia, en las cuales se encuentran conchas fluviátiles, ya solas, ya mezcladas con conchas marinas; lo que prueba, con ciertos depósitos de lignitas, que habia afluentes de agua dulce en medio de los mares de aquella época.

Los depósitos cretáceos superiores forman una faja ligera en la pendiente de los Pirineos, y como por otra parte los depósitos cretáceos de estas montañas parecen trastornados por las rocas de orígen ígneo, como ademas la caliza fétida ó zechstein, se encuentra allí á grandes alturas, se viene á aceptar que ha habido en los Pirineos alzamientos que han debido modificar la cuenca del Garona.

En fin, en esta semi-cuenca occidental, se presentan tambien los terrenos terciarios; estos son al Norte, en las cercanías de Burdeos, en la orilla derecha del Gironda, las calizas groseras marinas parisienses. Mas al Este, hasta al pié de las montañas graníticas del Tarn, es el terreno de molasa, ya caliza como en el Agenes, ya arenácea ó arcillo-caliza, como en las cercanías de Tolosa y en todo el Langüedoc; en fin, al Oeste, en toda la ribera izquierda del rio. Tambien la molasa toma en las Landas los caracteres de los faluns de Turena, y se encuentra á lo largo de la pendiente septentrional de los Pirineos.

En el departamento de las Landas, hácia el Océano Atlántico, hay un terreno marino que contiene dientes de peces, con restos de delfin, de lamantino, de dugong y de otros animales de este género.

Mas lejos, hácia el Este, en el departamento del Gers, cerca de Simorre, y en Sansan, se encuentra

la turquesa, ó mas bien los restos de mastodonte, de dientes estrechos, y los de dinoterio ó de peleoterio. Los rinocerontes y los hipopótamos fósiles, parecen siempre encontrarse tambien en las capas superficiales.

Asi la semi-cuenca occidental de Francia, presenta, con algunos detalles diferentes, los mismos hechos generales que hemos observado ya en el mar celto-germánico.

Cuenca meridional de Francia. El canal de Langüedoc, está abierto en el punto de union de la cuenca occidental y de la cuenca meridional de Francia. Esta última cuenca, parte de la gran cuenca mediterránea, vierte de los Alpes, del Jura y de las Cevenas al Mediterráneo, por el Ródano y sus afluentes superiores é inferiores. Es decir, que está limitado por estas diferentes cordilleras de montañas al Oeste, al Norte y al Este, y por el Mediterráneo al Mediodía.

Las montañas primitivas del Tarn, de Rouergue, de la Auvernia, de las Cevenas y del Lionés, forman las riberas occidentales y septentrionales de esta cuenca.

Las partes primitivas y de transicion de los Alpes, formaban probablemente sus riberas hácia el Nordeste. Y entonces habria enviado un brazo de union con el mar celto-germánico, por el valle del Rhin y una parte de la Suiza, de manera que todas las altas montañas primitivas del Lionés, de las Cevenas, de la Auvernia y del Lemosin habrian formado la extensa meseta de una gran isla primitiva en medio del mar que cubria todas las demás partes de Francia, á excepcion de la Bretaña, de la Baja-Normandía y del Alto-Poitou, que formaban otra isla.

Ahora bien, en la cuenca meridional de Francia, encontramos las mismas disposiciones de terrenos que en las dos cuencas anteriores, á parte de otras modificaciones particulares.

Los terrenos de transicion se presentan en trozos en la parte meridional de las Cevenas, en la Auvernia, en las montañas del Forez y del Beaujolais y en los Alpes.

Los depósitos de hulla aparecen despues, siempre hácia las antiguas riberas. No hablamos de los depósitos de hulla de la meseta primitiva del Lionés, de la Auvernia y del Lemosin, los cuales se formaron muy probablemente en lagos de agua dulce.

Los gres abigarrados y las margas irisadas del trias, se presentan en el Aveyron, y la caliza conquiliana ó muschelkalk, se ve en la parte media del Var, desde Brignoles ó Tolon hasta Antibes. Los depósitos salíferos ó yesosos del trias se encuentran igualmente en esta cuenca.

El terreno jurásico es mucho menos complicado que en las cuencas precedentes; en el Vivarés y en la mayor parte de las Cevenas, el lias está reemplazado por calizas de belemnitas ó margas que ya contienen oolitas ferruginosas y unen por este medio al sistema oolítico.

En los Alpes el terreno jurásico está muy modificado por la aparicion de las materias cristalinas que parecen haber elevado su masa por todas partes. En lugar de calizas mates, agrisadas ó amarillentas, compactas ó terrosas, se encuentran mármoles de todas especies, algunas veces mármoles blancos venosos. Los depósitos arcillosos ó arenáceos son esquistos diversos, grauwackes comparables á los de los terrenos antiguos, en cuarzita, micasquisto, etc., y las materias carbonosas que contenian han pasado al estado de antracito.

El terreno cretáceo domina por su grupo neocomiano en Suiza, por el grupo superior de la creta en la parte oriental del Alto Delfinado. En la pendiente oriental de las Cevenas, de Montpellier á Privas, á lo largo de las montañas del Delfinado hasta la Provenza, domina el grupo inferior de la creta.

Los terrenos terciarios se unen al Oeste con los de la cuenca del Garona, y remontan al Nordeste en el valle del Ródano y en Suiza.

Las colinas graníticas cercan el camino de Lyon desde Tain hasta Saint-Vallier. En este punto el terreno granítico baja de repente y desaparece debajo de cantos rodados y arenas, siendo su mayor anchura de dos á tres quilómetros cuando mas y su longitud de unos diez y seis.

El terreno jurásico y el lias, que está íntimamente ligado con él, se hallan muy esparcidos en el Delfinado donde su conjunto llega á un espesor prodigioso, calculado en algunos miles de metros.

El terreno de la creta inferior, en el Drome se divide en tres formaciones distintas.

La primera ó inferior, está caracterizada por margas, gres y grandes hiladas de caliza compacta, azul amarillenta; contiene muchas ammonitas y belemnitas, y constituye la mayor parte del departamento; durante mucho tiempo se ha considerado como término de la serie de las rocas jurásicas en los Alpes, y todavía hoy no se ha fijado su clasificacion.

La segunda se compone esencialmente de una caliza blanca de fractura fina y cristalina, asociada en algunos puntos á masas de pudingas calizas. Estas hiladas son unas veces horizontales y coronan las montañas; otras se apoyan contra sus costados con una inclinacion inversa y todas las señales de la independencia geológica.

La tercera que parece idéntica con los gres verdes propiamente dichos, se distingue sobre todo por el predominio de los gres y de las arenas verdosas, y por la presencia de las conchas mas características de la creta cloritada. Reposa indiferente sobre las otras dos formaciones, muchas veces sin estar unida á ellas de manera alguna. Rara y dividida en el interior de las montañas, no se presenta en gran extension sino en la llanura, y se aproxima bajo este concepto á los terrenos terciarios.

Si seguimos la continuacion de esta cuenca en Suiza, encontramos entre las capas jurásicas de las montañas del Jura al Noroeste, y los terrenos de transicion con pedazos de suelo jurásico de los Alpes al Sudeste, el terreno cretáceo en sus depósitos neocomianos siguiendo la longitud de los Alpes; despues los terrenos terciarios de agua dulce continuándose desde el Delfinado á lo largo del Jura para desarrollarse hácia el Nordeste, pero el mar ha pasado allí. Se ha supuesto que el hundimiento que habria producido la elevacion de los Alpes habrá podido reunir el fondo de los lagos suizos al terreno marino de Italia. Esta hipótesis no es inverosímil. Siempre es cierto que la molasa terciaria de Suiza es un gres arcillo-calizo, análogo á los de las orillas del Ródano y de la Provenza.

Cuenca del Adriático ó italiana. Esta cuenca sigue á la anterior de la cual está separada por la cordillera de los Alpes al Norte; comprende el Piamonte, la Lombardía y los Estados de Venecia; se continúa en Itala, donde está surcada por los Apeninos y llega á Sicilia.

El terreno primitivo y el de transicion forman sus riberas alpinas; sobre estos terrenos reposan al Norte de la Lombardía el suelo jurásico, y al Norte de Piamonte el suelo terciario; yendo hácia los Apeninos, se ve salir de debajo del suelo terciario, las capas secundarias que se refieren á la creta; despues el terreno terciario reaparece; todo este suelo terciario pertenece, como el del Delfinado, á lo que se ha llamado *terreno sub-apenino*. Los depósitos marinos que constituyen principalmente las cuencas sub-apeninas, extendidas desde Turin hasta la extremidad de Italia, se componen principalmente de materias arenosas, encerrando capas de margas mas ó menos calcaríferas. Se encuentran en ellos una gran cantidad

de conchas marinas, cuya mitad lo menos son idénticas á las del Mediterráneo.

Segun Boué, en los Alpes, y en general en la zona mediterránea, cuya parte europea acabamos de describir y que parece extenderse por Africa y Asia, al menos hasta pasado el trópico de cáncer, el gres hullífero es sumamente raro, la formacion caliza superior del suelo secundario se halla muy desarrollada, y la formacion arenácea inferior lo está comparativamente muy poco. Los puntos de erupcion porfídica son los únicos en que hay trias, tal como se encuentra en la Europa septentrional; en otras partes no hay en realidad mas que representantes anómalos. Los dos depósitos litorales del zechstein, y sobre todo del lias, desaparecen, y los sistemas jurásicos y cretáceos adquieren potencias considerables, sin presentar la mayor parte de esas divisiones del Noroeste de la Europa, lo cual es una prueba de menos complicacion en las causas de formacion.

Todo el mundo está de acuerdo en terminar el suelo secundario por el *sistema cretáceo*. Esto procede de que hasta aquí es la única formacion que se encuentra, en la mayor parte de los paises examinados, en estratificacion transgresiva ó discordante con la que la sigue. Por otra parte, las nuevas observaciones parece que tienden á llenar este vacío geológico.

En el Delfinado el terreno terciario se halla íntimamente unido al sistema cretáceo, y por otra parte en el Mediodía de Italia, las calizas pasan de una á otra por gradaciones casi insensibles, desde la creta inclusive hasta los sedimentos que se depositan y se consolidan aun al presente; y si en una localidad se ven caracteres y superposiciones que parecen anunciar períodos muy marcados, en otra se encuentran transiciones graduadas. Asi de Siracusa á Pachino por Noto, se ven los terrenos terciarios mas modernos pasar gradualmente á la creta, transicion que se encuentra aun en el monte Saint-Calogero y al pié del monte Erix de Trápani.

Algunos alzamientos de cordilleras y por consiguiente trastornos, en el Norte, Nordeste y Sudeste de Europa, han barrido y demolido las hiladas superiores de la creta. Esto parece positivo; pero otros continentes habran podido escapar de estas devastaciones, y entonces como en el Mediodía y sobre todo en Sicilia, hallándose los depósitos cretáceos y terciarios en estratificacion concordante, sus límites serán tan difíciles de fijar como los que dividen el suelo secundario y el sistema carbonífero de los ingleses.

Todo nos conduce, pues, á concluir que en las cuencas que acabamos de estudiar, los diferentes terrenos se han depositado de una manera continua y simultánea en un gran número; que ademas la Europa occidental y meridional formaba un gran mar sembrado de cierto número de islas primitivas; que los depósitos son mucho mas variados á medida que se acercan á las riberas continentales ó del Norte, y mucho mas uniformes á medida que se desciende hácia las playas profundas ó meridionales de este mar primitivo.

CAPITULO XVII.

CUENCA DEL MAR NEGRO COMPRENDIENDO LA TURQUIA DE EUROPA Y DE ASIA.

Boué nos ha dado á conocer esta cuenca en su Turquía de Europa. Participa enteramente de los caracteres geológicos de la zona mediterránea, sin presentar casi terrenos primitivos, ni vestigio alguno de terreno hullífero y de los demás depósitos secundarios entre este último y el gres verde. Entre todas las formaciones; los esquistos cristalinos, los terrenos del sistema cretáceo y el suelo terciario ocupan la mayor parte del espacio en Turquía y aun estos dos últimos exceden en extension á los esquistos cristalinos.

«Los esquistos semi-cristalinos y cristalinos forman en Turquía la base sobre que se debe suponer que se han depositado los sedimentos cretáceos. La Turquía reproduciría, pues, la anomalía de los Alpes, donde no se ha podido reconocer hasta aquí, en materia de rocas jurásicas, mas que equivalentes dudosos del lias y trozos quizá paralelos á algunas hiladas inferiores. En vano, pues, se pretende quizá distinguir en los Alpes como en Turquía, varios terrenos, mientras que solo se observa el proteo de la creta mediterránea. Entre los esquistos cristalinos de los Alpes centrales de la Carintia y de la Estiria y las rocas semejantes de la Macedonia y del Radopo, la formacion cretácea parece haber llenado un enorme estrecho de mar, que no parece haber tenido islas antiguas.»

La caliza terciaria de la cuenca de Radomir es compacta, gris azulada, con polípéros, encrinos, ostras, puas de erizos de mar, bivalvos y univalvos.

Varios hechos prueban que los granitos se han elevado é infiltrado en las rocas calizas y esquistosas, y que muchos depósitos neptunianos han sido transformados en esquistos cristalinos:

Los depósitos traquíticos rodean ó atraviesan este inmenso golfo terciario, que ocupaba tan gran porcion del Asia menor, porque en aquella época el mar Negro se extendia hasta el pié del Tauro, como lo prueban las conchas fósiles terciarias de Caraman, que Olivier compara á las de Grignon. Por lo demás, basta estudiar las alturas del país, su potamografia y sus caminos en los mapas, para observar, como lo ha dicho Hanslab, que las cuencas actuales de los rios que desembocan en el mar Negro, desde el Sakaria hasta el Jeschil-Ermak, formaron el fondo de un mar terciario, en el cual los terrenos antiguos sobre el mar Negro, entre Erekli y Bafra, constituyeron una isla. Mas tarde, este mar se dividió en varios lagos; de allí viene el que el suelo terciario del Asia menor no solamente tiene colinas de molasa, de arcilla y de arenas de conchas marinas, sino tambien lagos salados y muchos depósitos de agua dulce. Es tambien posible que el valle terciario superior del Eufrates, hasta el Tauro, no haya sido mas que un golfo terciario, dependiente del mar Negro, y que mas tarde una hendidura del Tauro haya dado á sus aguas otra salida.

«Siguiendo en el mapa los depósitos plutónicos de la Turquía, se ve que han sido vomitados, los antiguos como los modernos, sobre todo en líneas N. S. ó N. N. O.-S. S. E. Esto indica que la accion ígnea apenas ha cambiado de sitio en un gran transcurso de tiempo, y que solo ha modificado sus productos. Se pueden seguir estas líneas de hendiduras llenas de materia ígnea que en varios puntos se ha desbordado ya sea en Grecia, en el Archipiélago y en el Asia menor, ya sea en Hungría, en el Banato, la Transilvania, la Iliria y la Estiria. Sin embargo, en este último país y en Asia, el basalto se presenta en grandes masas, lo cual contrasta con la ausencia de esta roca en Turquía. Esta última está reemplazada por mucho pórfido piroxénico, producto desconocido, al menos en Hungría y en Estiria, y que no se encuentra mas que en el Tirol y en los Estados Venecianos; en fin, en el Asia menor hay verdaderos volcanes apagados en los tiempos históricos, ó por lo menos en épocas geológicas muy recientes.

»Se puede, pues, imaginar, en el lugar de la Turquía de Europa, un archipiélago de cinco á siete islas, cuya situacion estaria indicada por los esquistos cristalinos, mientras que los estrechos que las separaban estan llenos en gran parte, de terrenos cretáceos ó recientes. La isla macedónica habria sido la mayor; la del Alto-Balkan habria sido desmantelada y habria experimentado quizá algunos hundimientos al E. como la de Rodope al S.

»Al fin de los depósitos esquistosos, la Turquia habria tenido en total un relieve bastante próximo al que tiene hoy; este relieve habria sido modificado y completado por los movimientos del suelo de Italia, que habrian dado lugar á una parte de la cavidad del Adriático; mas tarde aun, habrian salido de las aguas los depósitos cretáceos del Balkan. Las cuencas terciarias y de aluviones de la Turquía actual habrian existido casi todas despues de este acontecimiento; pero sus formas habrian sido modificadas por erupciones subsiguientes de traquito y de pórfido piroxénico.

«En fin, los lagos de agua dulce que habian sucedido en diferentes puntos de Tracia, Macedonia, Tesalia, Alta-Albania, Mesia, etc., á las bahías terciarias, se habran desaguado, y estas comarcas habran tomado enteramente su aspecto presente, y los grandes rios habran seguido su curso actual.»

Algunos lagos habran quedado, sobre todo en la Turquia occidental y oriental; todos indican por sus alrededores que tenian en otro tiempo un nivel mas elevado. Los que hay sobre el Danubio no son mas que pruebas de los cambios en el lecho de este rio, ó de las embocaduras de sus afluentes. Desde los tiempor históricos, se han secado pantanos como en el Strimou y el Maritza, rios han modificado sus lechos, y se han hecho sentir temblores de tierra, habiendo sido rara vez tan desastrosos como en Siria y en el Asia menor. Desde el tiempo de Antígono, rey de Macedonia, el promontorio de Metana ha experimentado, segun dicen, un alzamiento. En tiempo de Justiniano, el año 551, el golfo de Corinto y de la Siria sufrieron muchos sacudimientos semejantes que se han continuado hasta el presente.

La cuenca del mar Caspio y del mar central, se une al del mar Negro, de una manera muy notable, de modo que estos dos mares no formarian en otro tiempo mas que un gran mar, limitado al Este por la cordillera de los montes Urales, y replegándose hácia el Sudeste para venirse á unir á las montañas del Asia central; estas rodeaban á dicho mar del Sudeste al Sudoeste, y venian á unirse al Cáucaso. Este mar se extendia, pues, sobre el Turkestan, una parte de la gran Bukaria, el país de los Turcomanos, toda la Rusia de Europa, é iba muy probablemente á unirse al mar Blanco, como lo dicen las tradiciones antiguas.

Partiendo del Sudoeste de la Rusia, y remontando al Norte hasta Arkangel, para volver á bajar por el Este á lo largo de la cordillera de los Urales, existe un gran cinturon de terreno primario. Desde San Petersburgo á Moscow, que se encuentran en la parte Sudoeste de este interior, Pallas habia encontrado calizas esquistosas y arcillas, con algunos indicios de hulla; en estas calizas y arcillas se encontraban un gran número de madréporas, de conchas, de piritas y de leños petrificados.

Yendo hácia Vladimir, y atravesando la Rusia, encontró las calizas esquistosas agrisadas, llenas de madréporas y arcillas, mas lejos montañas yesosas, fuentes calizas y sulfurosas, y depósitos de sal gema. Todas estas circunstancias nos indican las hiladas inferiores de los terrenos secundarios que ocupan el centro de la Rusia, mientras que en el Mediodía, yendo hácia el mar Negro y el mar Caspio, vamos á encontrar los terrenos terciarios, los cuales se extienden por el país de los Turcomanos, el Turkestan, y la gran Bukaria.

La elevacion súbita del terreno entre el Don y el Volga, las pendientes de arena que terminan hácia la estepa, el país alto, las bahías de este país en número de sesenta y una, que tienen todas un nombre, los promontorios en igual número, y mas aun la naturaleza salina de la Landa, que está constituida de greda y cargada de conchas en su superficie; todos estos objetos reunidos, dice Pallas, ofrecen ancho campo á las conjeturas de los geógrafos acerca del antiguo estado de las estepas del Kuman, del país de los Kalmucos, y del Iaik. Estas landas tienen bajo todos aspectos una semejanza perfecta entre sí. ¿Todo esto no conduce á formar grandes ideas sobre la antigua extension del mar Caspio, y sobre la comunicacion que puede haber tenido con el mar Negro?

Estas ideas y estas conjeturas se avienen perfectamente con las de Tournefort. Lo que este sabio nos dice, relativamente á la separacion del mar Negro y el Mediterráneo, el aumento de las aguas del primero sobre el nivel del segundo, y el esparcimiento de estas aguas en el Mediterráneo, sin duda en tiempo del diluvio de Deucalion, no está enteramente desprovisto de fundamento.

Esta multitud de conchas dispersas en todas las estepas de del Iaik, del país de los Kalmucos y del Volga, y que son absolutamente las mismas que se encuentran en el mar Caspio, sin tener sin embargo la menor semejanza con la de los rios; esta uniformidad de terreno en las estepas, que á excepcion de los sitios cubiertos de arena movediza, no es mas que arena unida con el limo del mar, ó una greda amarilla, sin el menor césped, ó la menor capa de mineral, hasta un lecho de arcilla que atraviesa á cierta profundidad, la naturaleza del suelo que procede en su mayor parte de una sal marina, y que es general; esos innumerables fondos y lagos salinos, el corte y forma de estos inmensos desiertos; todos estos objetos, en fin, son testimonios incontestables de que esta extension de pais ha sido en otro tiempo cubierta por el mar Caspio.

«Es igualmente evidente que el alto país, situado á lo largo del Sarpa, entre el Don y el Volga, asi como las montañas del Obtschei-Sirt, que se extiende entre este último rio y el Iaik, formaban antiguamente las riberas del extenso mar Hircaniano».

»Se preguntará por qué convulsion de la naturaleza ha perdido este mar una cantidad de agua bastante grande para dejar en seco grandes desiertos que se extienden desde el Don hasta el Iaik, y desde el Iaik hasta el lago Aral, asi como el situado detrás de este mismo lago, hácia los montes Urales, que son una rama meridional de las montañas Mogolianas, mientras que estas landas desiertas, aunque forman llanura, se hallan á 15 toesas de altura sobre el nivel del mar. Admitiendo la suposicion muy verosimil de Tournefort, de que las montañas del Bósforo de Tracia no formaban antiguamente mas que una masa, y un dique separaba el mar Negro del Mediterráneo, de manera que el primero engrosado por grandes rios, tales como el Danubio, el Dniester, el Dnieper, el Don y el Kouban, formaba, en medio de las tierras, un lago inmenso, pero al mismo tiempo apretado y mucho mas elevado que el Mediterráneo y el Océano; roto este poderoso dique, ya fuera por la accion insensible, pero continua de las aguas, ya por un temblor de tierra, el mar Negro se lanzó con impetuosidad en el Mediterráneo para ponerse á su nivel. La primera caida de este enorme torrente causó inundaciones, que, segun los mas antiguos monumentos de la historia, sumergieron una parte de la Grecia y de las islas del Archipiélago. Hé aquí, pues, una explicacion bastante clara de la disminucion del mar Caspio, y las señales evidentes de su antigua altura, vienen aun en apoyo de la opinion de Tournefort. El alto país que conduce á la extremidad de la llanura baja y salina, que rodea el Sarpa, termina en rocas pequeñas y perdidas. Despues se aleja mas y mas, hasta la embocadura del Manytsch, en el Don inferior; este pequeño rio toma su orígen 180 verstes (1) de el del Sarpa, en una llanura baja que se extiende á mas de 20 verstes de anchura. Su terreno es muy salino y húmedo; se encuentran en él algunos estanques pequeños de sal

(1) Medida rusa de unas 500 toesas.

marina. El Manytsch dirige su curso al Oeste, al través de un extenso barranco. Recorre en seguida 100 verstes de país, en una llanura inmensa y árida, que se dice llega hasta el Don y se extiende hasta las estepas de la Crimea. A cierta distancia de su orígen forma dos lagos de sal marina. El alto país, que separa el Sarpa y el Manysch hácia sus nacimientos, presenta al Oeste ángulos de terreno formados de arena, y al Este una estepa unida y entrecortada, pero solo en su principio, por algunas eminencias que parten del alto país, y por varios pantanos de agua estancada. Esta estepa, que forma llanura, se prolonga mas allá del Manytsch hácia una altura que le separa del Kuman, y va á parar al nacimiento de este rio que se halla al pié del Cáucaso. Esta estepa que se halla al Este, y que prueba, por muchos indicios, que el mar Caspio cubria antiguamente su suelo, tiene, pues, en las comarcas bajas, una entera comunicacion con las de la Crimea y las otras landas que rodean aquel mar. Por lo general tienen dichas estepas una misma conformidad, y son en su mayor parte tan salinas unas como otras. El mar Negro era varias toesas mas alto que lo que es hoy, antes de su desagüe en el Mediterráneo por el canal de Constantinopla. Sin duda recibia en aquellos tiempos remotos las aguas abundantes de los rios que se descargaban en él, despues de haber recorrido comarcas que estan aun desiertas, acuosas y cubiertas de selvas. De esta antigua diferencia de altura, podrá deducirse, que las estepas de la Crimea, del Kuman, del Volga y del Iaik, y la meseta de la Gran Tartaria, hasta el lago de Aral inclusive, no formaban mas que un mar que, por medio de un canal poco profundo, cuyos indicios presenta aun el Manytsch, regaba la punta septentrional del Cáucaso, y tenia dos golfos enormes, uno en el mar Caspio, y otro en el mar Negro.

«En cuanto al mar Negro, halló medio de extenderse en el Mediterráneo por la Propóntide, la primera bajada de sus aguas convirtió la mayor parte de sus bordes bajos y unidos, en estepas salinas. El mar Caspio, que no se hallaba unido al mar Negro, sino por un estrecho poco profundo, se encontró á poco tiempo separado de él porque las aguas de este último bajaron mas que el nivel que formaba el fondo del estrecho. Despues de esta conmocion, el mar Caspio no fue mas que un lago aislado en las tierras. Y como no recibia rios tan considerables ni en tan gran número como el mar Negro, el cual tampoco le surtia de aguas, la evaporacion y la retirada de las aguas dejaron aun á descubierto un gran espacio de terreno, á lo largo de las costas bajas. Por consiguiente, este mar se encontró encerrado en límites todavía mas estrechos. Sin duda al mismo tiempo cesó la comunicacion con el lago Aral. Los antiguos bancos de arena se convirtieron en arena movediza, que se amontonó y formó eminencias tales como se ven hoy en los desiertos de Naryn y hácia el Volga. Las antiguas islas que existen en el lecho desecado de este mar, se presentan como montañas pequeñas; se pueden incluir en este número las de Inderki y algunas otras. Despues que las aguas se hubieron retirado de los sitios que formaban llanura, quedaron fondos, algunos de los cuales conservaron sus aguas, y formaron ó lagos ó barrancos salinos, que existen aun en muy gran número en toda la vasta extension de la estepa.»

Pallas añade otros muchos detalles en apoyo de su tesis sobre la antigua extension del mar de Hircania, de que el mar Negro, el mar Caspio y el lago Aral, no son sino restos.

Segun una memoria de Delisle, inserta en las memorias de la academia de ciencias de París en 1711, Ptolomeo da al mar Caspio, de Occidente á Oriente, una extension de 23 $^1/_2$ grados, el cuádruplo de lo que tiene hoy. Desde el Septentrion al Mediodia, ó sea desde el Volga á la costa de Persia, Ptolomeo da una extension de 6 grados justos, lo cual no se separa de la extension actual. En 1320, Abulfeda, príncipe árabe, disminuye 10 grados la gran extension que Ptolomeo habia dado á este mar de Oriente á Occidente.

Segun un mapa que cita Delisle, se ve que las dos costas opuestas se aproximan de tal modo en frente del puerto de Abcharon, que el mar no tiene en este punto mas que 30 leguas de anchura del Este al Oeste; donde Struys pone 70, Abulfeda 220, y Ptolomeo 340; ahora bien, Ptolomeo vivia en el segundo siglo de nuestra era.

¿En lugar de ver con Delisle, errores en estas diferencias, no se debe reconocer un estado de cosas en relacion con las observaciones de Pallas, que nos han probado la disminucion del mar Caspio? En este caso, en el siglo segundo, cuando Ptolomeo dió sus medidas, el mar de Aral podia aun formar parte del mar Caspio; este se extendia tambien al Oeste, y contenia aun los pantanos que se desprendieron de él mas tarde, y que los Escitas y los Hunos atravesaban en el siglo V; en el siglo XIV esta extension habia ya disminuido mucho, y esta disminucion ha continuado hasta el presente, sobre todo del Este al Oeste, frente al puerto de Abcharon, donde el mar Caspio no tenia mas que 30 leguas de anchura en el siglo pasado, y quizá mas tarde se verá disminuir todavía esta anchura, y dividirse el mar Caspio en dos nuevos lagos, uno al Norte y otro al Medicdía.

Como quiera que sea, parece muy probable, sino demostrado, que en tiempos muy poco lejanos é históricos, el mar de Aral, el mar Caspio, el mar Negro y el mar de Azof, no formaban mas que un mar; que este mar cubria toda la cuenca del Danubio, la del Dnieper, el Mediodia de la Rusia, la Crimea, la cuenca comprendida entre el Don y el Volga, la de entre el Volga y el Ural, el Turkestan, el país de los Turcomanos hasta la gran Bukaria, y las montañas que limitan la Persia al Norte.

No es tan cierto que este mar haya unido al Norte, el mar Blanco y el Báltico. Sin embargo, no habria nada de extraño en considerar á la Rusia como fondo en otro tiempo de un mar secundario, limitado al Este por los montes Urales, y de que el mar Hircaniano habria formado la parte meridional. El alzamiento de las montañas del centro de la Rusia, y que la atraviesan desde los montes Urales al Oeste, habria podido coincidir con la desecacion de esta gran porcion de mar, y no habria quedado mas que el mar Hircaniano, cuyos restos son el mar Negro, el mar de Azof, el mar Caspio y el mar de Aral.

Al Oriente de los montes Urales, entramos en la Siberia ó Rusia de Asia, la cual se extiende hasta el estrecho de Behring, y se continuaba antes de la formacion de este estrecho, con la América del Norte. Ahora bien, en toda la Siberia ó Rusia de Asia, segun la carta geológica de Boué, no encontramos mas que un inmenso continente rodeado por todas partes de cordilleras graníticas, sobre las cuales se apoyan esquistos cristalinos y terrenos de transicion; pero lo que domina, son los granitos y los esquistos cristalinos. Los terrenos secundarios y terciarios, faltan casi completamente. Pero el suelo primitivo y de transicion, está cubierto de esos inmensos aluviones modernos, en los cuales se han encontrado tantas osamentas de animales terrestres.

Toda la América del Norte, en su parte occidental, no presenta igualmente, segun la misma carta, mas que un inmenso suelo granítico y cristalino.

El Asia nos presenta las inmensas cordilleras graníticas de sus vastas mesetas, desde los montes Altaís hasta la Manchuria, y volviendo de la Manchuria, por el Mediodia, hasta los montes Himalaya. Solamente, en el centro de esta gran meseta granítica ó esquistosa cristalina, el gran desierto de Gobi, está formado de depósitos terciarios.

Esta gran parte del Asia, comprendiendo el imperio Chino y el Indostan, no presenta terreno secundario y otros terrenos terciarios, mas que en las partes meridionales, poco distantes del grande Océano y del mar de las Indias, exceptuando las montañas del Thibet y la pendiente meridional de los Himalayas.

El suelo de la Persia central por el contrario, así como el de la Arabia, son de terreno terciario con terreno secundario, en el Norte y en el Mediodía. Pero á lo largo del mar de las Indias y del mar Rojo, el suelo de la Arabia parece ser de granitos y de esquistos cristalinos.

En Africa, el Egipto, el límite del mar Rojo, la Nubia, la Abysinia y toda la parte Sur del Africa, parecen tambien pertenecer á los granitos y á los esquistos cristalinos; el centro del Africa seria terreno terciario, dejando penetrar á trozos el terreno secundario, y el Norte, desde el Egipto hasta el Océano Atlántico, seria terreno secundario y terciario mediterráneos.

Como se ve por este rápido análisis, faltan los documentos de una observacion detallada para asentar de una manera rigorosa la comparacion de las diferentes cuencas geológicas del globo. Pero si es permitido aventurar una prevision sacada del corto número de hechos que nos son conocidos, y que segun todas las apariencias, deben ser una medida conveniente, las consecuencias que se desprenden son poco mas ó menos las que siguen:

1.° La Europa occidental y meridional, parecen ser las comarcas donde las unidades geológicas, ó en otros términos, los terrenos son mas numerosos y mas complicados, lo cual nos conduce ya á considerarlos como sumergidos en tiempos antiguos bajo las aguas, y salidos de ellas en tiempos modernos.

2.° Como resúmen de todo el análisis anterior, obtendriamos el siguiente estado del globo en los primeros tiempos. El Norte de Africa, una parte de España, la Francia, la Inglaterra, la Bélgica, la Alemania, la Holanda, el Austria, la Italia, la Prusia, la Rusia, el Turkestan, parecen uno ó dos inmensos mares, que tenian por riberas los montes Urales al Nordeste, viniendo á unirse por los montes Algydims á la cordillera de los Altai; estos replegándose al Sur y continuándose en toda el Asia central. Despues del Asia central, las montañas septentrionales del Kabul y de la Persia, corriendo al Sudeste hácia las partes meridionales del Cáucaso, viniendo á unirse á las cordilleras del Tauro y de la Turquía de Asia, de allí recorriendo siempre al Oeste la Turquía de Europa, viniendo á unirse á los Karpacios, y por último, á los Alpes. Siguiéndole sobre un mapa geológico, se ve en efecto que todo el ámbito que indicamos, no forma mas que una línea larga y sinuosa, casi toda granítica ó de esquistos cristalinos.

Esta inmensa ribera podia estar cortada en diferentes puntos por estrechos; pero estas cordilleras presentaban mesetas mas ó menos vastas.

Ademas, los montes Atlas formaban en Africa una isla; el centro de España formaba otra; quizá estas dos islas se hallaban unidas á la extensa Atlántide, que las tradiciones griegas y egipcias nos aseguran haber sido sumergida en tiempo de hombres. Todas las conjeturas mas verosímiles estan de acuerdo, efectivamente, en colocar esta isla famosa en el Océano Atlántico, al Oeste del Norte de Africa y de las Españas. Y suponiendo con Buffon y varios otros geólogos, que las islas Canarias y las Azores nos den la señal por donde se unia la Atlántide á la América, llegariamos al extenso continente de la América del Norte, que comunicaba por otra parte con la Rusia de Asia, y por ella con el Asia central. En este caso se podria quizá tambien considerar la parte Oeste del Mediterráneo entre España, Francia y Africa, como otra gran isla, de que serian un resto los Pirineos.

El centro de la Francia comprendiendo el Lemosin, la Auvernia, el Lionés, una parte de la Provenza, eran una gran isla, quizá una península, unida por los Alpes á la gran cordillera que nos conduce por los Karpacios, las montañas de la Turquía de Europa y de Asia, hasta las mesetas del Asia central.

Los Vosges graníticos, las Ardenas cristalinas, la Baja Alemania, tambien cristalina ó de transicion, podian formar una ó varias islas, pero que no tardaron en formar una sola, como lo indican su suelo y sus volcanes apagados; esta gran isla comprendió entonces los Vosges, las Ardenas, toda la Baja Alemania, y desde la Selva Negra hasta el Harz; extendiéndose despues al Este para venir un poco mas tarde á unirse á los terrenos primitivos que debian unirlos á los montes Karpacios, y no formar mas que una gran península en toda esta extension.

El Alto-Poitou y la Bretaña con la Baja Normandía, eran otra isla. El Sur y el Oeste de Inglaterra, tenian tambien probablemente algunas islas cristalinas y graníticas. Las islas graníticas que todavía hoy marcan las costas de Bretaña y de la Baja Normandía hácia los terrenos graníticos de la punta sudoeste de Inglaterra, podrian hacer suponer que en el sitio del canal de la Mancha, existia entonces un continente, que habria estado unido á la Bretaña. Marchando al Norte, encontramos los terrenos primitivos de la Noruega, de la Suecia, de la Finlandia y de la Laponia, que formaban una isla primitiva, la cual tambien se convirtió pronto en una península, por los terrenos de transicion de la Rusia, que la unieron á los montes Urales, y por ellos al continente asiático.

Este continente asiático, á su vez quedó en gran parte descubierto desde su orígen, como se sigue de nuestro análisis y de la inspeccion del mapa geológico.

En fin el Sur de Arabia y el Sur de Africa, fueron tambien un continente primitivo.

De este modo se comprende cómo desde el principio el Asia central pudo ser habitada, abriendo anchas puertas al Oeste, al Norte y al Este, que los animales terrestres pudieron seguir primero y la especie humana despues. Y asi se poblarian primero toda el Asia central, el Asia septentrional, la América del Norte, por ella la Atlántide y sus dependencias, los montes Atlas, la España, la Bretaña y quizá el sudoeste de Inglaterra con el suelo que es hoy la Mancha en parte.

Por otra parte, saliendo tambien del Asia central, por la Turquía de Asia, la Turquía de Europa, los Karpacios y los Alpes, los habitantes, animales, llegarian á la meseta central de Francia, despues un poco mas tarde á la meseta de la Baja Alemania, de los Vosges y de las Ardenas, y casi al mismo tiempo, las emigraciones partirian de los montes Urales para llegar á Laponia, Suecia y Noruega.

Mientras tanto los terrenos secundarios se depositaban y llenaban los mares; algunos alzamientos ó hundimientos se verificaron en diferentes puntos; las islas y los continentes crecieron; el gran mar primitivo se dividió en varios grandes golfos.

En primer lugar, el movimiento general de las aguas desde el polo Norte hácia el ecuador, el predominio de los terrenos primarios y secundarios inferiores, la ausencia de los terrenos secundarios superiores y de los terrenos terciarios, la cordillera de montañas sucundarias poco elevadas que atraviesa la Rusia del Este al Oeste; los volcanes apagados de la parte Sur de los montes Urales, volcanes colocados en el límite de los terrenos primarios y graníticos, todas estas razones reunidas forman un apoyo muy probable á la emersion de toda la Rusia septentrional en tiempos muy remotos.

Entonces el mar primitivo podia extenderse al Mediodía de la Rusia, del Báltico, al mar de Aral y mas

allá. Tambien muy pronto una gran cadena de dislocacion habia dividido la parte meridional de este gran mar primitivo en varias cuencas; se puede seguir esta cordillera de las montañas de la Persia hasta los Karpacios, y desde allí hasta los Alpes por una parte, y hasta los Vosges y las Ardenas por otra. En efecto, las cordilleras primitivas se continúan, como hemos visto en toda esta extension, y ademas se observan en ellas los vestigios de los volcanes antiguos, desde Teheran, por la Turquía de Asia y de Europa, hasta los Karpacios, y aun se continúa hasta la Baja Alemania, entre el Harz y las Ardenas, segun hemos visto. Los terrenos secundarios son tambien en toda esta cordillera, mucho menos numerosos y menos complicados que en el Oeste de Europa. Podia suceder tambien en aquella época que los volcanes del centro de Auvernia se hallaran en actividad.

Entonces pudo asimismo el mar primitivo dividirse de nuevo en mar Hircaniano, cuyos restos son el mar Negro, el mar Caspio y el mar de Aral, y despues en mar Celto-germánico. Los Alpes orientales estaban ya descubiertos y una gran parte de los Alpes occidentales.

Las dislocaciones del Jura, de los Alpes suizos, de los Alpes del Delfinado y de la Saboya, etc., cambiaron los mares secundarios en mares terciarios, y entonces hubo la cuenca anglo-belga, la cuenca de París, la del Garona y del mediodia de Francia y la del Adriático.

Se puede quizá tambien colocar en aquella época las dislocaciones del Cáucaso, que pudieran inundar toda el Asia central y empezar la separacion del mar Negro y del mar Caspio.

Un poco mas adelante podria colocarse la formacion del estrecho de Gibraltar y la destruccion de la Atlántide, con la formacion del Mediterráneo occidental. Algo posteriormente aun, la separacion definitiva del mar Caspio y del mar Negro, el desagüe de este en la Propóntide y el mar Egeo ó archipiélago de Grecia, y desde este tiempo nuestros continentes actuales habrian cambiado poco.

Solamente el mar del Norte habria separado la Inglaterra del continente por la excavacion del paso de Calais y de la Mancha, coincidiendo con la emersion de los terrenos terciarios de Bélgica y de Inglaterra y quizá de la cuenca de París.

Pero en esta continua disminucion de los mares, á medida que las aguas se retiraban, dejaban en la superficie arenas y limos y cantos rodados, las dislocaciones sucesivas de los diferentes suelos, abrian cavernas que la erosion de las corrientes fluviátiles ensanchaba, y que estas corrientes llenaban poco á poco de limos y arenas. El desagüe de los numerosos lagos formados por la primera retirada de las aguas, venia en seguida á aumentar estos depósitos de arenas cenagosas y de guijarros, y de esta manera se ha formado en la superficie de todos los demás terrenos el que se ha llamado diluviano y que llena igualmente las cavernas. En este terreno se ha encontrado el mayor número de osamentas de mamíferos.

De aquí se sigue que todos los terrenos diluvianos no son de la misma época, sino que han sido depositados ha medida que los mares disminuian y el suelo descubierto se poblaba de habitantes.

Otro tanto debe decirse de los terrenos terciarios. En efecto, por las observaciones hechas hasta ahora sobre el suelo terciario, se reconocen en él evidentemente dos formaciones, una inferior parisiense, otra superior subapenina, y una formacion intermedia.

«En un principio los depósitos terciarios se han verificado en cuencas bastante bien separadas, en golfos muy grandes, ó si se quiere en mares de contornos mas recortados que los de los mares secundarios; de aquí ha resultado mas diversidad en la composicion.

»En seguida las capas terciarias se han depositado en zonas muy diferentes, puesto que los datos geológicos tienden á persuadirnos de que la uniformidad de temperatura ha disminuido desde los tiempos antiguos á los tiempos modernos; ahora bien, esta circunstancia habrá debido influir sobre las rocas y sus fósiles. Ademas, llenando las cavidades ó siendo depósitos litorales, ha podido suceder que las superficies, hoy cubiertas de rocas terciarias, no hayan sido descubiertas sino una despues de otra, ó por lo menos, que la emersion se haya retardado respecto de algunas.

»En la extremidad noroeste de la Europa, predomina la formacion parisiense, con exclusion casi completa de la llamada sub-apenina, mientras que desaparece casi en toda la zona mediterránea terciaria ocupada por la formacion sub-apenina. En cuanto al terreno intermediario, la geologia de superposicion le limita á la Francia central y meridional y al Piamonte.

»De todos los hechos conocidos parece que resulta, que las formaciones parisiense, sub-apenina é intermediaria, son depósitos cuyos caracteres mineralógicos y paleontológicos, depende mucho mas del sitio ó de la zona donde han sido formadas, que de la época de su formacion. Cada una de estas series de capas se excluye, por decirlo asi, ó si dos se encuentran reunidas, una de las dos es la dominante y la otra, como la excepcion, y en las comarcas del terreno intermediario, y colocadas entre la zona parisiense y la zona sub-apenina, es donde estas reuniones se hallan mejor expuestas.»

Segun todas las consideraciones anteriores, se deben encontrar y se encuentran en efecto, terrenos terciarios y diluvianos que reposan inmediatamente sobre los granitos y sobre los esquistos cristalinos y de transicion, porque eran depositados á medida que las aguas del mar se retiraban. En este caso, algunos terrenos terciarios, terrenos diluvianos y aun aluviones, pueden considerarse como contemporáneos de ciertos terrenos terciarios; por ejemplo, los aluviones de Siberia, los terrenos terciarios de varias partes de Asia, habrian podido depositarse mucho antes del fin de los terrenos secundarios europeos. Del mismo modo la caliza de agua dulce de la Auvernia, que es mas antigua que la primera corriente de basalto que se ha esparcido sobre la comarca, puede ser mas antigua que las últimas formaciones de los terrenos secundarios del resto de Francia.

En fin, como consecuencia general de la comparacion de las diferentes cuencas, en su posicion, su límite y su composicion mineralógica, no se puede menos de admitir que en todas estas cuencas se formaban al mismo tiempo capas diversas, segun la posicion de cada cuenca y las causas múltiples que obraban en ella; que la contemporaneidad no puede ser establecida como lo ha hecho la geologia de superposicion, sino que ha debido de ser mucho mas general y complicada, hasta el punto de que no puede ser rigorosamente admitida sino para las capas de una misma cuenca, y que en cuencas diferentes no ha podido existir sino en terrenos que la geologia de superposicion considera como enteramente diferentes de edad; que por ejemplo, los terrenos de transicion de una cuenca pueden ser contemporáneos de los terrenos secundarios de otra cuenca, lo cual puede ser reconocido cuando los terrenos secundarios reposan inmediatamente y sin intermediarios sobre el suelo primitivo de la creacion. Esto puede ser igualmente verdadero para todos los terrenos, puesto que los terrenos terciarios de una cuenca pueden ser contemporáneos de los terrenos secundarios de otra. Ademas, las principales divisiones de terreno secundario parecen haber sido contemporáneas en la misma cuenca, como lo hemos demostrado, puesto que un grupo po-

dia depositarse en la ribera, mientras que otro se formaba en el fondo de la alta mar; otro tanto debe decirse de los diferentes grupos del terreno terciario.

Pero ademas de este sincronismo general de las formaciones en una misma cuenca, y aun de los terrenos en cuencas diferentes, ha habido otro sincronismo, cuyo valor examinaremos en el capítulo siguiente.

CAPITULO XVIII.

DEL SINCRONISMO DE LOS TERRENOS Y DE LAS FORMACIONES.

El estudio comparativo de las diferentes cuencas geológicas nos ha conducido á la conclusion de un sincronismo general entre las formaciones de estas cuencas. Ahora bien, para completar esta cuestion importante, debemos examinar aquí mas á fondo lo que ha sido y lo que ha debido ser el sincronismo ó la contemporaneidad de las formaciones, á riesgo de repetirnos quizá en algunos puntos.

En primer lugar, resulta de todos nuestros estudios anteriores, que dos grandes hechos dominan la superposicion de las capas de todos los terrenos que componen la corteza del globo, desde el suelo primitivo hasta las formaciones recientes.

Uno de estos hechos nos muestra en las localidades donde se encuentran, la generalidad de las capas del suelo en estratificacion concordante, es decir, con la misma direccion é inclinacion entre sí; nos presenta las capas del suelo secundario en estratificacion concordante entre sí y con el suelo primario, y en fin, las capas del suelo terciario se hallan en la misma disposicion entre sí y con las anteriores; este hecho, observado en gran número de puntos del globo, está adquirido á la ciencia. La consecuencia lógica y natural que de él puede sacarse es, que todas estas capas primarias, secundarias y terciarias asi dispuestas, prueban la accion de una causa continua, y casi siempre la misma, que no ha cesado de obrar en el mismo sentido, en cada localidad, desde el principio al fin de los depósitos; solamente los elementos, los materiales sobre que ha obrado, han variado por su accion misma, complicada con causas diferentes y numerosas.

La sucesion de estos depósitos, es, en efecto, tan continua, las diferentes capas se hallan tan engranadas unas con otras, que es mas raro encontrar los límites de dos rocas bien marcadas que verias fundirse, ya sea por paso, ya por alteracion, y que muchas veces no se pueden marcar, no ya las divisiones de detalles, sino las grandes divisiones de terreno primario, secundario y terciario, á no ser de una manera artificial, y en un gran número de casos, tan arbitraria, que los geólogos sistemáticos no pueden ponerse de acuerdo sobre lo que pertenece á un terreno mas bien que á otro. Este desacuerdo prueba que deberian desterrarse de la ciencia las ideas demasiado sistemáticas, para atenerse rigorosamente á la sucesion natural de los fenómenos. Como quiera que sea, es evidente que no se puede aceptar la idea hipotética de revoluciones sucesivas, que hubieran producido esta sucesion de capas, de terrenos tan íntimamente unidos, que no pueden ser mas que el efecto de una causa única y continua, aunque modificada, de diferentes modos, segun las localidades y sus circunstancias.

El segundo hecho, que domina toda la sucesion de los terrenos, parece á primera vista, enteramente opuesto al primero; en efecto, nos revela trastornos, dislocaciones que han producido hundimientos y alzamientos simultáneos, y como por un efecto de báscula, en las capas del suelo que compone las montañas ó que se halla inmediato á ellas. Estos trastornos parecen haberse verificado en todas las épocas, y haber obrado sobre todas las capas formadas ya, en el tiempo en que sobrevinieron.

Las capas sobrepuestas en estas localidades, se hallan con mucha frecuencia en estratificacion discordante, es decir, que las capas superiores, tienen una direccion y una inclinacion diferentes de las capas inferiores, y aun opuestas. De esto se ha deducido que las capas superiores habian sido depositadas despues de la dislocacion de las capas inferiores, y por causas diferentes; esta conclusion parece verdadera y legítima en varios casos; pero en los otros no se halla al abrigo de toda discusion y de toda duda. Tambien se ha deducido de los hechos anteriores, que no se podia aceptar la accion de causas continuas, pero que estos hechos prueban revoluciones diferentes y largas intermitencias en la serie de los depósitos.

Sin embargo, esta última conclusion es tan opuesta al primer hecho general, que es imposible admitirle sin contradiccion. Si podemos, pues, interpretar los efectos de la causa de los trastornos, haciéndolos que concuerden con los de la causa principal y continua que ha producido las estratificaciones concordantes, nos parece que estaremos mas seguros de la verdad. Ahora bien, este acuerdo no es tan difícil como se ha querido suponer.

En efecto, es cierto que ha sido necesario que los depósitos dislocados se formáran antes de ser alzados ó hundidos; la causa que ha formado los depósitos, ha comenzado á obrar la primera; ha obrado, para formar los depósitos regulares, no dislocados, y los que lo han sido despues de su formacion; ha obrado, pues, de una manera general. Pero en ciertos puntos, mas ó menos extensos, las capas ya formadas han sido rotas, la dislocacion ha producido por una parte hundimientos y por otra alzamientos. En este caso la cuenca acuosa ha sido modificada en su forma y en sus límites; las corrientes han cambiado de direccion, y los nuevos depósitos que han formado, han debido estratificarse de una manera discordante de los primeros. Pero no ha habido para esto intermitencia en la accion de la causa de los depósitos, puesto que al contrario los hechos parecen probar que ha adquirido mas energía; que ha tenido mayor abundancia de materiales á su disposicion, por el efecto mismo de las dislocaciones. Asi estos dos grandes hechos, en apariencia tan opuestos, el hecho de las estratificaciones concordantes y el de las estratificaciones discordantes, son debidos á una misma causa continua, que ha sido en el último caso modificada en sus efectos y la direccion de sus depósitos por la causa de las dislocaciones y de los alzamientos.

Sin discutir todos los hechos de detalle que se podran referir á esta regla general cuando se quiera, podemos asegurar que todos los depósitos son el producto de causas continuas, y que no ha habido por consiguiente esas revoluciones asombrosas que habran trastornado á un tiempo toda la superficie del globo y destruido los seres organizados que vivian en ella. Podemos concluir, en fin, que la causa acuosa y la causa ígnea, han sido sincrónicas ó contemporáneas en sus efectos, lo mas comunmente combinados.

La manera enteramente artificial como se ha presentado hasta ahora la superposicion de las capas que componen el suelo, puede conducir á graves errores á las personas que no han profundizado el asunto. A cuatro clases pueden reducirse todas las sustancias que componen el suelo de los depósitos; estas son arenas y gres, arcillas, sustancias carbonosas y calizas. Cada una de ellas domina en ciertas capas, y se presenta en ellas con formas y estructuras variadas, segun los terrenos, las localidades y las circunstancias que las han modificado durante ó despues de la formacion de los depósitos. Ahora bien, por estas variaciones accidentales, se distinguen en un gran número de capas que alternan unas con otras en su superposicion para

formar cada terreno. Pero como muy ordinariamente las mismas capas ocupan y debian ocupar, como hemos probado, posiciones análogas en las diversas localidades, puesto que las unas son restos de las rocas primitivas y formaciones de riberas, las otras, formaciones de embocadura, las otras, formaciones de alta mar, etc., que deben, por consiguiente, encontrarse siempre en sucesion, se ha deducido de esto que las capas análogas se habian formado al mismo tiempo, por las mismas circunstancias y por las mismas causas; esto es lo que se ha llamado sincronismo de formacion, del cual vamos á ocuparnos.

Se ha considerado despues la superposicion de estas capas numerosas, como si se encontraran todas reunidas en una misma localidad y formando una serie continua y sin vacíos de todas las especies conocidas. Sobre esta serie, completada asi artificialmente, se han establecido las divisiones, las subdivisiones de los diversos terrenos, se han fundado las hipótesis de formaciones contemporáneas para todas las especies que ocupan el mismo lugar en la serie artificial, las hipótesis del tiempo y de la duracion que se han necesitado para realizar esta larga serie de capas sobrepuestas y muchas veces alteradas. De aquí en gran parte, los siglos infinitos en que se pierde el orígen de nuestro globo; el tiempo no ha costado nada, se ha multiplicado hasta espantar á las imaginaciones mas atrevidas. Sin embargo, esta serie artificial de superposicion continua, y sin interrupcion de las capas, es, puede decirse con seguridad, enteramente opuesta á la realidad de los hechos; en primer lugar, no hay una sola capa, en toda la serie de los terrenos, que no aparezca en varios puntos en la superficie del suelo, sin estar cubierta por otra; aquí es el suelo primario el que sale á la superficie; allá es el terreno carbonífero; mas allá el terreno triásico; despues el jurásico; en seguida el cretáceo; en otras partes son las diferentes hiladas del terreno terciario. En segundo lugar, descendiendo de los terrenos recientes á los mas antiguos, encontramos una marcha análoga; el suelo terciario reposa inmediatamente sobre el granito y sobre los esquistos primarios (caliza grosera de Dinan en Bretaña, etc.); en otras partes el terreno cretáceo reposa sobre el terreno primitivo, sin intermedio; en otras el suelo jurásico reposa sobre este mismo terreno primitivo, etc., de manera que se puede asegurar aun, que no hay probablemente una sola capa caracterizada de un terreno cualquiera, que, en algun punto del globo, no repose inmediatamente sobre el suelo primitivo. Ahora bien, de este hecho general resulta que todas las capas de un terreno cualquiera, que reposan sobre el suelo primitivo, podrian ser consideradas como contemporáneas, y que seria una extraña violencia á los hechos colocarlos en su lugar hipotético en la serie artificial de superposicion.

Es muy cierto, sin embargo, que cuando hay varias capas superpuestas, siguen un órden casi regular; asi las capas primarias son las mas inferiores, despues vienen los gres antiguos, rojos, abigarrados, etc., el lias, el terreno jurásico, etc. Ahora bien, esto se concibe, puesto que las capas primarias son restos y dependencias del suelo primitivo, asi como los gres y las arcillas inferiores han debido ser depositadas y formadas antes que el suelo primitivo fuera en aquel punto cubierto por calizas; porque una vez este suelo primitivo cubierto inmediatamente por calizas ú otras capas, y sustraida asi á las causas de erosion, etc., no ha podido ya formarse á sus expensas ni terreno primario ni gres.

Pero cualquiera que sea el terreno que se estudie, se puede asegurar que no se encuentra en parte alguna en superposicion continua la serie de las capas que entran en la clasificacion artificial.

En fin, en ningun punto del globo se pueden observar todos los terrenos, ni todas las capas de un mismo terreno reunidas; lo mas completo que hay en este concepto se nos presenta al Oeste de Europa, y hemos visto cuánto faltaba para que se encontraran series completas de capas aun en un mismo terreno. La superposicion no es, pues, lo que se ha presentado artificialmente. Para ponerse en la verdad es preciso formarse otra idea, y la inteligencia de este punto capital ha sido nuestro objeto en este tratado.

Si por ejemplo, partimos de los granitos de Bretaña para llegar al suelo terciario parisien, hé aqui lo que encontramos: 1.°, las costas y las crestas graníticas forman la superficie del suelo; 2.°, las capas primarias de gneiss, de micasquistos, de esquistos arcillosos se suceden en la superficie saliendo unas debajo de las otras, de manera, sin embargo, que el nivel baje descendiendo de los granitos sobre las capas mas superficiales; 3.°, mas lejos y á un nivel aun mas bajo, las hiladas inferiores secundarias aparecen al pié de los esquistos; vienen despues las calizas jurásicas, de modo que sus diferentes hiladas salgan tambien unas debajo de las otras; despues estas calizas se pierden bajo la creta cuyo nivel es cada vez mas bajo, y que va á perderse bajo el suelo terciario parisien.

Ahora bien, esta sucesion en anchas gradas de una especie de escalera, no prueba en manera alguna que la capa que forma la primer grada se extienda bajo toda la segunda, ni que esta se extienda bajo toda la tercera, y asi sucesivamente. Por el contrario, nos parece mas conforme á los hechos observados y á los efectos que vemos producirse aun á nuestra vista, admitir que mientras los primeros depósitos se continuaban aun, los segundos empezaban en una de sus extremidades y continuaban asi simultáneamente durante cierto tiempo; que mas lejos, los terceros empezaban á depositarse en la extremidad de los segundos y asi sucesivamente; ademas, que en las riberas, por ejemplo, se formaban ciertos depósitos, mientras que otros se amontonaban en el fondo de la cuenca del mar. Una ojeada sobre un mapa geológico parece conducir en efecto á reconocer, que la creta, que es un depósito de alta mar, se depositaba ya durante la formacion del lias que es un depósito de ribera, y durante la de las capas jurásicas, que son intermedias, que han sido depositadas ó formadas en una zona separada de la ribera y que rodeaba el mar profundo, donde se ha depositado la creta procedente de su lavadura; que en otros puntos podian depositarse hullas y gres al mismo tiempo, mas ó menos lejos de las riberas; que los esquistos primarios podian al mismo tiempo tambien formarse en el sitio y enteramente á la orilla del mar, donde se depositaba desde entonces la creta. De manera, sin embargo, que los depósitos mas próximos á las riberas, habiendo sido los primeros descubiertos, han terminado tambien su formacion mas pronto, y su borde interior ha sido cubierto por los últimos depósitos de las capas siguientes; estas encontrándose despues las unas inmediatas á la ribera, han terminado sus depósitos antes de las siguientes, cuyas últimas hiladas las han cubierto, y lo mismo ha sucedido á las siguientes, á medida que se avanza hácia el centro del mar y que las aguas se retiraban por una ú otra causa.

Ademas, en el caso muy frecuente de formaciones de agua dulce, y de formaciones marinas, alternadas ó sobrepuestas, ó mezcladas, los rios arrastraban de los continentes, mientras que el mar arrastraba de su seno al mismo tiempo; el predominio de los rios formaba una capa de agua dulce, y en los dias siguientes el predominio de la marea formaba una capa marina en el mismo punto; la lucha de las dos aguas formaba una mezcla. Estos modos de formacion han sido demostrados para los terrenos terciarios parisienses, etc., y tienen su aplicacion enteramente exacta á los terrenos secundarios, etc. Esta interpretacion, que está de acuerdo con los hechos mas nu-

merosos y en la mayor parte de los casos, no puede ser contradicha por otros hechos locales que presentáran una sucesion de varias capas diferentes en una superposicion completa de toda su extension. Porque en este último caso, sumamente raro, si existe, habria que buscar las causas modificadoras de los depósitos, ya en dislocaciones que habrian traido nuevos rios, ya en una invasion de los mares sobre un terreno ya descubierto, etc. En cuanto á la sucesion de las capas, mas ó menos análogas en una misma formacion, los hechos conocidos y las leyes físicas nos dan su sincronismo.

Estas opiniones pueden demostrarse por la serie paleontológica, por los restos fósiles de seres organizados, considerados en su yacimiento, sus costumbres, y en sus relaciones con el suelo y las condiciones de su existencia, y de este modo convencernos de que han debido volverse fósiles en el órden en que se encuentran, y desaparecer lo mismo; y en fin, que todo esto concuerda admirablemente con la formacion de la serie minerológica tal como la hemos concebido y presentado. Para hacer resaltar mejor esta concordancia, vamos á estudiar los fósiles en el órden de los terrenos donde se han encontrado hasta ahora.

Los primeros terrenos donde se encuentran fósiles son los terrenos primarios ó de transicion; ahora bien, hemos reconocido por la posicion y la naturaleza de los terrenos, que se habian formado, en su mayor parte, en las riberas del gran mar primitivo, ó alrededor de las islas primitivas; debemos, pues, encontrar en ellos animales de ribera, y esto es en efecto lo que sucede: se encuentran en el *terreno pizarroso*, entre los articulados, lo menos catorce especies de trilobitos y catorce de clímenes, que son crustáceos, los cuales viven en general no lejos de las riberas; una sérpula, gusano marino que se encuentra tambien en las riberas; entre los moluscos, veintitres especies de traquelipodos fitófagos, animales que viven no lejos de las riberas fecundas en varas y plantas marinas; ocho de patelas, que viven en las rocas que el mar descubre por su flujo y reflujo; treinta y ocho de acéfalos, lamelibranquios, cuyos géneros mas conocidos en estado vivo son las ostras y almejas; ahora bien estos moluscos bivalvos, viven alrededor de las rocas, ó por bancos, á ciertas distancias de las riberas. Pero se encuentran tambien especies de alta mar; asi se han señalado unas veintiseis especies de goniatitas, veintidos de ortoceras, tres de belerofos, todos animales del gran género lineano de los nautilos, que viven en el fondo de los mares, pero cuyas conchas son con frecuencia arrojadas á las riberas. Cinco especies de terebrátulas cuyas análogas vivas se fijan en las rocas en los mares profundos. Entre los radiados se han encontrado cuatro especies de crinóides, de que ya no se encuentran análogos sino en las profundidades de los mares. Asi los animales de riberas son, pues, predominantes en el terreno pizarroso, y los de alta mar pueden haber sido arrojados á él como sus análogos lo son aun hoy dia sobre las riberas.

El *terreno antraxífero* contiene los mismos fósiles que el anterior, encontrándose en él particularmente bocinas, turbos, turritelas, naticas, moluscos cefálidos, que viven lo mismo cerca de las riberas que en plena mar; neritas que viven lo mismo en las aguas dulces y fluviátiles que en las embocaduras; hélices, que si son verdaderas, deben ser terrestres; entre los moluscos acéfalos, las bucardas, cipricardias, sanguinolarias, animales de bahías marinas no lejos de las riberas; hay asimismo peines, lucinas y crasatelas; moluscos fluviátiles y de agua salobre. Se encuentran igualmente moluscos de alta mar y políperos, pero que son indudablemente transportados del fondo de los mares.

Los fósiles de los terrenos primarios concuerdan, pues, con su posicion geológica, para probar que estos terrenos han sido depositados sobre las orillas de los mares primitivos.

Terrenos hullíferos. La comparacion de la flora hullífera con la de las diferentes regiones del globo, la aproxima á la de la zona tórrida y principalmente á la de las islas mas pequeñas y mas distintas de los continentes. Se nota en efecto que estas islas se acercan mas de lo que conocemos en los terrenos hullíferos, tanto por la proporcion numérica de las especies de las diferentes clases, como por el desarrollo que toman estas especies. La vegetacion de las hulleras se aproxima tambien mas á la que crece mas vigorosamente en el suelo primitivo. Ahora bien, la posicion de las hulleras nos las presenta en general, como formadas alrededor de islas primitivas, rodeadas de extensos mares, que mantenian en ellas una temperatura mas uniformemente elevada y húmeda, y por lo tanto semejante á la de la zona tórrida. Los fósiles animales son restos de insectos, de arácnidos con trilobitos, y en general moluscos marinos de bahías y de aguas salobres; peines, mias y *unio*; ó bien moluscos de mar profundo análogos á los de los terrenos anteriores. En otras partes son moluscos únicamente lacustrales y fluviátiles. Estos fósiles animales concuerdan, pues, con los vegetales para probar que las hulleras se han formado ó en aguas dulces ó en bahías marinas á la embocadura de los grandes rios, lo que la posicion geológica nos habia indicado tambien.

Las diferentes hiladas del terreno triásico contienen tambien trilobitos, reptiles de embocadura, crustáceos, moluscos de embocadura, de bahías y riberas, como tambien algunos que se pueden suponer de mar profundo; igualmente se encuentran en ellas vegetales acuáticos y terrestres. Ciertos gres de este terreno han presentado tambien impresiones de piés atribuidos á aves y aun á cuadrúpedos terrestres.

El lías que hemos considerado con hábiles geólogos como una formacion mixta de las aguas marinas y de las aguas fluviátiles, contiene en efecto, reptiles de embocadura, crustáceos de riberas, moluscos de agua salobre, moluscos de bahía, moluscos pelagianos, y ya un número mayor de moluscos de mar profundo; tambien se encuentran en él restos de vegetales.

Los fósiles de los terrenos jurásicos son moluscos de alta mar sin excluir, no obstante, algunos que han podido vivir mas cerca de las riberas; en algunos parajes se encuentran asimismo huellas de reptiles.

La creta misma contiene tambien reptiles, algunos moluscos de agua dulce; pero el mayor número de sus fósiles son moluscos y radiados de alta mar.

En los terrenos terciarios especialmente, es donde aparecen en mayor número los moluscos de embocadura y los animales terrestres. Ahora bien, todo nos prueba que los terrenos terciarios no han sido depositados sino despues de los cambios ocurridos en las cuencas del gran mar, y siempre en golfos vecinos de continentes sólidos de las aguas.

Si como parece probable, la serie de los terrenos, desde los de transicion hasta los cretácos, se ha formado en un mismo mar extenso y profundo, cuyos límites hemos intentado encontrar, resultan varias consecuencias que el órden en que aparecen y desaparecen los fósiles, viene á confirmar.

En primer lugar, la temperatura debia ser mucho mas uniforme en aquel extenso mar que en las tierras descubiertas que rodeaba. Se sabe en efecto, que la temperatura de los mares es siempre mas elevada que la de los continentes; que ademas esta temperatura de los mares es tanto mas elevada, cuanto son mas extensos y profundos. En tal caso se comprende cómo una multitud de animales que no encontramos ya en nuestros pequeños mares, han podido vivir en el que formaban estos juntos. Por otra parte hay una armo-

nía de asociacion entre ciertos animales como entre ciertos vegetales; se prestan unos á otros los elementos de vida. Asi encontramos aun vivos en los extensos mares australes, las abundantes madréporas y pólipos que forman arrecifes é islas; en aquellos mismos mares encontramos los mayores moluscos; no habria en la presencia de estos millares de madréporas que segregan esas inmensas masas de sustancias calizas, una condicion de vida necesaria á los grandes moluscos, y que haria, que desapareciendo los pólipos, desaparecieran tambien los moluscos grandes. Ahora bien, es sabido que los corales, las madréporas y todos los políperos necesitan cierta altura de agua, y que cuando la han llenado, perecen. Esta seria una gran razon para explicar cómo han desaparecido de nuestros mares, todos los animales que encontramos fósiles en nuestros continentes y asociados en los terrenos, absolutamente como parecen estarlo en los mares australes.

Se conocen terebrátulas vivas en los mares del Norte y en el Mediterráneo, y se encuentran terebrátulas en casi todos los terrenos hasta en los de transicion. La temperatura no parece, pues, haber influido en su existencia. Esta temperatura que tanto se ha invocado para explicar la desaparicion de los animales que se llaman perdidos, tiene en efecto una influencia bastante considerable en los continentes; pero esta influencia es mucho menor en los mares; se sabe en efecto, que si la temperatura de la superficie de las aguas varía, la de las aguas profundas, en los mismos lugares, está mucho menos sujeta á cambios, y que es mas elevada en general. Sin negar, pues, que la temperatura de los antiguos mares geológicos, ha sido mas elevada que la de nuestros mares septentrionales actuales, nos parece que se deben buscar otras razones de la desaparicion de los fósiles que no se conocen en nuestros mares, y la asociacion de los animales que proponemos, se halla enteramente en el órden de las leyes naturales. Hay que añadir aun la soledad de los mares, en que todos los animales que los pueblan se armonizan mucho mas naturalmente, y en particular sobre las riberas donde los vegetales y aun los animales son mucho mas abundantes, cuando estas riberas no son habitadas por la especie humana, ni frecuentadas por ciertos animales terrestres. Se han visto, en efecto, en nuestros tiempos desaparecer los grandes cetáceos del Océano Atlántico y de las costas de Europa; se ha visto á ciertos peces emigrar de nuestras costas, y se ve contínuamente disminuir y aun desaparecer á los moluscos en ciertas bahías donde se pescan demasiado. Todos estos hechos vienen á confirmar la ley de asociacion de los seres; asociacion que se verifica lo mismo en las aguas que en la tierra, y que cuando no puede efectuarse y continuarse convenientemente, ve dispersarse y desaparecer á los seres que la formaban en ciertos lugares. La multiplicacion de la especie humana, es la mayor causa destructora de esta asociacion; pero no es la única. La llegada de ciertos animales á los parajes en que ciertas asociaciones de seres se perpetuaban antes, basta para destruirlas; esto es lo que hacen los carniceros en la tierra y aun en la orilla de los mares; basta la llegada de una foca ó de un delfin á una bahía marina, para arrojar de ella todas las bandadas de peces que vivian antes en ella.

El cambio en las localidades debe ocasionar otros correspondientes en los seres que las habitan. No siendo iguales las circunstancias, las razas que habitaban un punto cualquiera, le han abandonado para retirarse á puntos mas convenientes, mientras que otras razas que existian ya en ciertas comarcas mas ó menos lejanas, han venido ha establecerse en lugares que ciertos acontecimientos han hecho propios para su existencia. Asi el cambio de un mar profundo en una bahía, de esta en un lago, en un pantano, ¿no debe haber ocasionado cambios en la serie de las especies que se habran sucedido en un mismo lugar? Asi los cambios en las relaciones de los continentes y de los mares, en la direccion de las corrientes, la posicion, la abundancia mayor ó menor de los afluentes, la modificacion en los climas que son su consecuencia, etc., etc., ¿no pueden producir semejantes resultados?

Haciendo aplicacion de estas condiciones de existencia, vemos que explican el órden de los fósiles en los diversos terrenos. 1.º Se encuentran moluscos de riberas y de agua dulce en casi todos los terrenos, lo que se explica fácilmente por el transporte de los rios en medio de los mares; pero estas especies son excepcionales por decirlo asi, y raras en las formaciones de mar profundo, mientras que son muy abundantes y predominan en las formaciónes de riberas y de embocadura; el órden inverso se verifica en los moluscos de mar profundo, que son mas raros en las formaciones de ribera y predominan en las formaciones pelagianas.

2.º A medida que los terrenos se acumulan, y por consecuencia las cuencas se hacen menos profundas, se ve á las especies crecer en número y formar asociaciones mas completas; asi aparecen con los terrenos secundarios las grandes masas de políperos, que ofrecerian abrigos y probablemente un pasto abundante á los grandes moluscos de la familia de las amonitas, nautilos, belemnitas, etc. Todos estos animales vivian en extensos mares, como lo prueba la extension de los terrenos que los encierran; la temperatura era, pues, en ellos mas uniforme; podian desarrollarse cómodamente y con tanta mayor facilidad, cuanto que los peces, en general, viven poco en las aguas profundas, buscan con preferencia las costas ó su inmediacion, y no venian por consiguiente á incomodarles. Asi se encuentran pocos peces en estas formaciones, mientras que se presentan mucho mas abundantes en las formaciones de riberas. Por el contrario, se encuentran indicios de grandes reptiles acuáticos en ciertas localidades, en las cuales todo prueba que los rios debian perderse; ahora bien, todavía hoy se ven en los rios de la India y de la América, cocodrilos que se adelantan con las aguas dulces ó salobres á mas de 200 leguas en los mares.

3.º Pero no debe esperarse encontrar en toda la serie de estos terrenos animales terrestres, y en efecto, no se encuentran. Estos animales habitan los continentes, despues las islas inmediatas, que evidentemente han sido separadas de ellos. Ahora bien, el extenso mar primitivo, en que se han depositado todos estos terrenos primarios y secundarios, estaba sembrado de islas, que en su mayor parte no dependian de los continentes, producian una vigorosa vegetacion, insectos y moluscos de riberas, y probablemente terrestres; pero no contenian aun cuadrúpedos piliferos. Estos se hallaban confinados á los continentes lejanos del Asia, etc.; no podian, pues, ser arrastrados á los terrenos secundarios.

Esto confirma, sea dicho de paso, la tesis de Linneo, de que los animales terrestres han sido creados en un solo centro, desde donde se han esparcido sobre todo el globo. Las pocas excepciones de fósiles mamíferos que se han citado en los terrenos secundarios de Inglaterra, si son ciertas, habran sido llevadas de lejos, quizá del continente de la Atlántide ó de la América.

No es lo mismo respecto de las aves, porque sus medios de locomocion les permiten atravesar los mares y pueblan todas las rocas que se elevan sobre las aguas. Nada hay, pues, de asombroso, en que se encuentren huellas de aves desde los terrenos secundarios; ya aun se podrian encontrar desde los terrenos primarios.

4.° Mientras tanto, á medida que los terrenos se elevaban en los mares, los políperos llevaban sus arrecifes á flor de agua, y morian ó desaparecian, como desaparecen todavía hoy, en cuanto sus trabajos, llegan á la superficie de las aguas. Los moluscos ú otros animales que se alimentaban de ellos, emigran ó desaparecen con ellos. Pero esto no se verifica de una vez y repentinamente, sino poco á poco, y siempre queda cierto número de individuos y de especies, y sufren variaciones de razas, ya sea en el tamaño, ya en las formas accidentales, etc., por efecto, de los cambios de circunstancias que son mas duras. Estas especies se convierten en variedades, se hacen tambien mas raras, y hé aquí por qué se encuentran tambien en corto número con las nuevas especies, que el cambio de las circunstancias ha traido. Despues, creciendo estos cambios, acaban dichas especies por desaparecer. Asi se explica la mezcla de los fósiles terciarios y secundarios, en los últimos terrenos secundarios y en los primeros terciarios.

Estas causas de disminucion de las cuencas de los mares, unidas á las de los hundimientos y dislocaciones, descubren cada vez mas los continentes, y forman bahías donde habia mares profundos, y á medida que las aguas se retiran, arrojan á las especies de mar profundo, ó estas especies perecen y las de las riberas, bahías, y agua salada, etc., vienen á habitar las mismas localidades siguiendo siempre las orillas de las aguas á medida que estas orillas se estrechan hácia los centros y las profundidades convertidas en riberas ó bahías; estas especies se extienden, pues, y se multiplican, á medida que las otras disminuyen; asi se encuentran en los últimos terrenos secundarios y en mucho mayor número en los terciarios que se han depositado en circunstancias semejantes; mientras que no se encuentran mas que por excepcion, y no deben ya encontrarse los animales de los terrenos anteriores.

Las especies de aguas dulces se propagan y se extienden con estas aguas sobre los terrenos marinos, por las mismas razones.

Las especies terrestres, y los mamíferos sobre todo, se extienden á medida que los continentes vienen á unirse á las islas primitivas; esta extension, coincide evidentemente con la formacion de los mares terciarios á expensas de los mares secundarios. Asi deben encontrarse indicios cada vez mas numerosos de mamíferos, á medida que se sube en los terrenos terciarios. Pero se deben encontrar en mayor abundancia los que viven en las aguas, en los grandes valles, en las grandes corrientes de agua, asi como los que se alimentan de estos, mientras que los mamíferos, que huyen de las aguas, ó que no se acercan á ellas sino rara vez, deben encontrarse fósiles mucho menos frecuentemente y en número mucho mas corto. Ahora bien, el órden que todos los hechos confirman, es este: delfines, cetáceos, animales de costas y de bahías; despues dugons, lamantinos, dinoterios, animales de las mismas circunstancias poco mas ó menos, y tambien fluviátiles; despues anfibios de la familia de los carniceros y de los roedores; despues paquidermos y carniceros que hacen de ellos su presa, etc.

5.° Pero sobre todo en los grandes aluviones del diluvion moderno, es donde se encuentran en mayor número los animales terrestres, y no hay en esto nada que no sea conforme á lo que vemos aun hoy. Se encuentran asociados confusamente en las mismas direcciones; las especies mas diferentes y mas enemigas aparecen juntas; del mismo modo que se han visto en las grandes inundaciones del Ródano, por ejemplo, herbívoros, roedores, carniceros, reunidos confusamente en islotes, espantados de la crecida de las aguas, buscando todos su salvacion, sin huir los herbívoros de los carniceros que tampoco pensaban en atacarlos. Y si la inundacion continúa, todas aquellas manadas son sumergidas juntas por las aguas. Todo induce á creer que este fenómeno ha debido renovarse frecuentemente en los tiempos antiguos, puesto que encontramos tantos indicios de inundaciones semejantes. Tambien habrá podido contribuir en ciertos casos á la acumulacion de osamentas en las cavernas. Sin embargo, convendria guardarse de querer explicar por este medio la presencia de los fósiles terrestres en todas las localidades en que en encuentran; las causas de fosilizacion han sido multiplicadas y variadas como las localidades y las circunstancias.

6.° Lo que acabamos de demostrar, respecto á los fósiles animales, puede decirse proporcionalmente de los vegetales. Primero deben encontrarse en los terrenos mas profundos, vegetales insulares que exigen una temperatura húmeda y uniforme en su elevacion, y tanto mas vigorosos en su vegetacion, cuanto que estas circunstancias son mas favorables y los animales no venian aun á destruirlos; despues deben venir los vegetales de los continentes, y estos cubrirse de bosques á medida que salian de las aguas, disminuyendo y desapareciendo en proporcion inversa los vegetales insulares.

7.° De todos los mismos hechos y las mismas razones, se sigue, que el órden de desaparicion de los fósiles debe seguir, y sigue en efecto, una marcha inversa desde los terrenos de mar profundo hasta los terrenos recientes. Primero, los políperos y los moluscos de mar profundo, deben desaparecer á medida que los mares disminuyen; despues los reptiles de embocadura y de grandes rios, deben perecer a medida que estos rios, ó cambian de lecho, ó se secan, ó son demasiado frecuentados, porque estos animales no pueden emigrar; lo mismo sucede con todos los animales que viven en las aguas dulces, tales como los lamantinos, etc. Entre los animales terrestres, los que exigen grandes valles, grandes corrientes de agua solitarias, extensos bosques, desaparecen á medida que los bosques son devastados por la especie humana; porque á consecuencia de la destruccion de los bosques, las grandes corrientes de agua se secan, las que quedan, son invadidas por la vegetacion, etc. En fin, los animales nocivos ó inútiles al hombre, deben cederle el imperio.

8.° Ahora bien, como hemos demostrado que los terrenos terciarios y diluvianos no eran todos de la misma edad, sino que por el contrario se habian depositado sucesivamente, á medida que los grandes mares cedian el puesto á los golfos, á los lagos y á los rios; y que todo induce á creer, en el exámen del globo, que los mares han existido mas tarde hácia las partes occidentales, se sigue, que los terrenos terciarios y los aluviones de la Alta Asia, por ejemplo, pueden muy bien haber sido contemporáneos de los terrenos secundarios del Oeste de Europa, y que por consiguiente, podia haber ya allí mamíferos fósiles, cuando las comarcas occidentales de nuestro continente no estaban aun habitadas. Como por otra parte el movimiento de las aguas es en general de los polos hácia el ecuador, y ademas los terrenos primarios ó de transicion, dominan en el Norte de Europa y de Asia donde hasta los aluviones reposan sobre el suelo primitivo, se comprende cómo retirándose primero las aguas de estas comarcas, han sido las primeras que se han cubierto de bosques y de habitantes. Siendo su temperatura mas uniforme y mas elevada, á causa de la inundacion de las aguas que cubrian aun las partes meridionales de estos continentes, permitia á los vegetales y á los animales que no se encuentran mas que en los climas meridionales, vivir entonces en las comarcas septentrionales, cuyos aluviones encierran sus restos.

Haciéndose la temperatura mas áspera á medida que los continentes se han ensanchado por la retirada

de los mares, estos animales han emigrado sucesivamente.

Pero como el hombre ha llegado despues, destruyendo los bosques y por consiguiente las corrientes de agua, estos animales han acabado por desaparecer en bastante gran número, dejando sus últimos vestigios con los restos del hombre.

Asi las emigraciones de los pueblos han debido comenzar del Asia central, hácia el Alta Asia y hácia el Asia y Europa septentrionales; y por otra parte hácia el Africa meridional que presentaba islas primitivas en la Nubia y la Abisinia, que han sido en efecto pobladas antes del Bajo Egipto.

Estas conclusiones geológicas son confirmadas tambien por los anales y las tradiciones de los pueblos, como igualmente la destruccion de los grandes bosques ha empezado muy temprano en el Asia y comarcas orientales, donde ha acabado por contribuir singularmente á la decadencia de la civilizacion entre los pueblos que las habitan; esta destruccion ha ganado despues paso á paso, y empieza á alarmar al Occidente.

Asi en la aparicion como en la desaparicion de los fósiles todo se une y encadena por una parte con el órden, la posicion y la naturaleza de los terrenos, y por otra con las causas naturales y las leyes armónicas del universo de qué la especie humana es la mayor violadora, y por consiguiente la mayor causa de destruccion de los seres. Y en último resultado, la geologia asi concebida concurre con las demás ciencias á demostrar la unidad de la creacion.

CAPITULO XIX.

DÉL TIEMPO QUE HAN EXIGIDO LAS DIFERENTES FORMACIONES.

Llegamos por fin á la cuestion que mas excita la curiosidad del vulgo; la cuestion del tiempo que se ha necesitado para formar los terrenos, para acumular tantos restos de animales y de vegetales en las capas del suelo, para sobreponer estas mismas capas, etc. Tambien esta cuestion ha dado lugar á todos los sistemas de épocas y de revoluciones; no se sabia cómo explicar con los tiempos históricos, la inmensa duracion que parecian reclamar el gran número de superposiciones, su extension y su potencia. Entonces se ha pedido tiempo, se ha buscado en la hipótesis de las revoluciones y de las creaciones sucesivas á largos intervalos, la solucion de un problema que turbaba la imaginacion. Y para salvar la cronologia de Moisés, se ha torturado su relato de la creacion, se ha hecho decir á su texto lo que no dice, se ha negado la unidad armónica de las leyes que rigen á los seres; se ha negado á Dios el poder de la coordinacion de los seres de este universo para transportarla á la materia y á sus leyes, y de consecuencia en consecuencia, se ha deducido lógicamente la eternidad de la materia.

Esta cuestion ha tomado tal carácter de gravedad, que es necesario profundizarla de una manera formal.

Los siguientes argumentos estan tomados de autores que sostienen la antigüedad que da á la tierra el texto de Moisés.

En primer lugar, esta cuestion del tiempo necesario para la realizacion de los fenómenos geológicos, ¿puede resolverse?

¿Puede resolverse en las diferentes hipótesis que se han propuesto al efecto?

¿Puede resolverse fuera de las hipótesis y por los hechos mismos?

¿En qué límites puede resolverse, para la serie mineralógica, para los restos de los cuerpos organizados vegetales, y para los de los cuerpos organizados animales?

Estas son otras tantas faces diferentes de la cuestion, que debemos examinar antes de aventurarnos á formar un juicio. Por lo demás nos hallamos preparados por los estudios hechos anteriormente. Y aun cuando se nos hubiera demostrado que la cuestion de tiempo es rigorosamente irresoluble, las consecuencias que hemos deducido no son menos ciertas. Las objeciones que pudieran sacarse de esta cuestion, no probarian nada, porque una cuestion insoluble no puede conducir á consecuencias ciertas. Y es un deber de buen sentido, de razon y de lógica, para todo hombre formal, no permitirse deducir de una cuestion insoluble, objeciones contra principios sólidamente establecidos.

Por otra parte, no habiéndose resuelto hasta ahora la cuestion de los tiempos geológicos sino por hipótesis, es evidente que esto no es una solucion. Porque negar y destruir lo que está sólidamente establecido, para resolver un punto desconocido, no podrá nunca pasar por una resolucion. Esta no es valedera, y las hipótesis en que se funda no tienen autoridad sino en tanto que establecen un acuerdo con las verdades ya conocidas y á las cuales afecta. Si, pues, en estos últimos términos podemos proponer medios de solucion, es evidente que seran lógica y matemáticamente preferibles á las hipótesis insostenibles en sí mismas, y que rompen todos los nudos de la cadena de las verdades conocidas.

Hechas estas observaciones preliminares, pasemos al exámen de las diferentes faces de la cuestion.

1. *La cuestion del tiempo necesario para la realizacion de los fenómenos geológicos, ¿puede resolverse?*

El que haya leido todas las observaciones anteriormente expuestas, comprenderá que la geologia es la historia de las ruinas de la tierra y de la destruccion de los seres que la habitan; la serie de las composiciones y de las modificaciones del suelo por causas numerosas, locales, variables en su intensidad y en su duracion. Desde este momento, nada es fijo ni rigoroso, porque lo que bajo causas débiles y lentas no se ha verificado sino en cien años en un lugar, ha podido en otro realizarse en algunas semanas bajo la accion de causas poderosas y enérgicas; esto en cuantó á la superficie. Pero en un mismo lugar, causas enérgicas, despues de haber producido efectos poderosos, se hacen mas lentas, porque lo han nivelado todo, y no producen sino muy poco á poco efectos casi imperceptibles. No hay, pues, punto de comparacion posible entre los efectos de las mismas causas en diferentes épocas. Por lo tanto no puede haber cálculo de tiempo rigoroso.

Para hacer este cálculo, que pudiera ofrecer algunas probabilidades de solucion, seria preciso: 1.° haber medido exactamente la extension y potencia de cada estrato, sus relaciones con todos los estratos que se hallan en contacto con él, en una misma cuenca; 2.° comparar las diferentes cuencas asi estudiadas entre sí; 3.° conocer en gran escala la duracion de formacion de capas marinas, fluvio-marinas y de agua dulce; 4.° la duracion de las leyes de multiplicacion y acrecentamiento de los seres que mas han contribuido á la formacion de cada estrato; 5.° encontrar los límites exactos de las antiguas cuencas, á fin de juzgar sus costas, sus escollos, la direccion de los vientos sobre sus aguas, la de sus corrientes; 6.° encontrar los antiguos afluentes de agua dulce que han contribuido á llenar estas cuencas, conocer la extension, la anchura del curso de estos rios y de sus afluentes. Cuando todas estas cuestiones preliminares y otras muchas esten resueltas en todas y cada una de las cuencas geológicas, entonces se podrá ensayar un cálculo mas ó menos rigoroso de los tiempos geológicos.

La cuestion del tiempo no es, pues, fácil de resol-

ver de una manera rigorosa, demostrable, y se puede dudar de que lo sea. No se puede deducir nada bajo el punto de vista filosófico, y podriamos permanecer asi si no se hubiera vuelto esta cuestion contra la verdadera filosofía, segun la costumbre de los ánimos ligeros, sin lógica y sin principios de método, que ponen su imaginacion en el lugar de la ciencia positiva, para engañarse á sí propios extraviando al vulgo, que nunca está mas vacilante que cuando se ha conseguido sorprender su imaginacion.

Para responder á todo lo que se ha dicho sobre esta cuestion del tiempo geológico, debemos examinar las otras faces.

II. *La cuestion del tiempo necesario para la realizacion de los fenómenos geológicos, ¿puede resolverse en las diferentes hipótesis propuestas al efecto?*

Algunos geólogos asignan 60,000 años de duracion al período de total incandescencia del núcleo terrestre.

Un autor concede 200,000 años al segundo período que caracterizaba la aparicion de las plantas y de los animales marinos. Comprende los terrenos primitivos y secundarios.

Otros exigen unos 30,000 años para la época de los animales terrestres.

Estamos en el cuarto período, el del hombre, que segun ciertos cálculos, cuenta ya 72,000 años de duracion.

La reunion de todos estos períodos daria al mundo 362,000 años de duracion, ni mas ni menos.

Ahora bien, las consideraciones en que se apoyan estos cálculos, son ó consecuencia de simples hipótesis, ó hechos mal observados.

1.° *Razones deducidas de las hipótesis.* En primer lugar, en cuanto al núcleo terrestre, hemos dicho en otro lugar que todo en geologia como en las otras ciencias, conduce á reconocer que la tierra ha sido creado directamente para ser habitada, por consiguiente, con todas las condiciones necesarias á la existencia de los seres que debian habitarla. Tambien hemos dicho que no podia demostrar el orígen ígneo de la tierra y que por el contrario todo tiende á probar que sus grandes cordilleras de montañas primitivas y sus cuencas marinas, son el resultado inmediato del poder creador. Es muy cierto que varias inteligencias han exigido la formacion de la tierra por la fluidez ígnea, con objeto único de apoyar sus hipótesis, pero un encadenamiento de hipótesis tan numeroso como se quiera, no prueba absolutamente nada, cuando no estan verificadas por ningun hecho ó principio positivo. Es, pues, ya necesario verificar la sustraccion de los 60,000 años de duracion asignados al período total de incandescencia del núcleo de la tierra, puesto que suponemos que esta incandescencia no ha existido probablemente jamás.

La cuestion del tiempo geológico queda, pues, reducida solo á la duracion de las formaciones del suelo de terraplen, posterior á la tierra primitivamente creada.

Ahora bien, se dice: «Se han necesitado 6 á 7,000 años para formar la capa ligera que contiene los restos fósiles del hombre y que cubre el último diluvion de Cuvier; es, pues, preciso contar lo menos 300,000 años para la formacion de todo lo que está debajo.»

Esta suposicion envuelve varias.

1.° Se supone que han sido necesarios 6 á 700 años para formar la capa que cubre el diluvion, donde estan contenidos los animales de especies perdidas. ¿En qué se funda esto? ¿Se sabe en qué época empezó á formarse esta capa, y cuánto tiempo hace que acabó? ¿Cómo no se ve que hay contradiccion en admitir á la vez que el hombre existe desde hace 7,000 años, y que esta capa ha exigido todo ese tiempo para formarse?

Porque si se formaba hace 7,000 años, el hombre no podia habitarla, por estar sumergida, ó si toda la tierra no estaba sumergida, ¿qué prueba hay de que el hombre no existia en alguna parte mucho tiempo antes de que esta capa empezara á formarse? ¿Cómo se sabe que los 7,000 años, transcurridos desde la aparicion del hombre hasta el presente, se han empleado en formarla, cuando todo el mundo sabe por la historia y las tradiciones de los pueblos, que esta capa es el asiento de las plantas, de los animales y del hombre, desde hace lo menos 4,000 años?

2.° Se supone que la venida del hombre ha correspondido al fin del depósito de esta capa superficial, y que no existia antes, porque este depósito no contiene nada que demuestre la existencia del hombre, segun pretenden contra hechos numerosos, y sin embargo, convienen por otra parte, en que el diluvion del Asia y del nordeste del Africa, es precisamente el que no se ha explorado aun.

3.° Puesto que se pretende que han sido necesarios 7,000 años para formar lo que cubre el diluvion, se supone, pues, que puede suceder en el suelo descubierto algo análogo á lo que sucede debajo de las aguas; suposicion falsa, y sin la cual, sin embargo, no se puede deducir nada respecto á los demás terrenos, puesto que se toma este por medida.

No bastaria ni aun esta analogía, seria preciso todavía que hubiera alguna proporcion entre los efectos de las causas que obraban de una parte y de otra.

4.° Se supone que existe un diluvion de Cuvier, ademas; pero si los peñascos erráticos que sirven para caracterizarle, se encuentran tambien en los terrenos antiguos, tales como el gres de los Vosges, lo cual no es dudoso; si las cavernas de osamentas no son mas que depósitos fluviátiles; si las arenas y los guijos no son mas que los últimos depósitos abandonados por los mares en sus retiradas, y que han permanecido en estado movedizo, porque no han podido ser cubiertos, etc., etc., cosas todas que son ciertas, ¿á qué queda reducido el diluvion?

Es cierto por otra parte que el hombre fósil y productos de sus artes, se hallan asociados á especies perdidas.

Es cierto que fósiles idénticos á especies vivas se han encontrado muy debajo del pretendido diluvion, y hasta en los terrenos terciarios medios.

Así los cálculos establecidos sobre el pretendido diluvion, caen por todas partes y son inadmisibles.

Los cálculos que se fundan sobre los otros sistemas no son mas sólidos.

Cuvier suponia dos ó tres grandes invasiones de los mares sobre nuestros continentes para explicar el depósito de la creta blanca, y de las diferentes capas de caliza grosera. Entre las retiradas y las vueltas de las olas marinas, los rios y los lagos depositaban el yeso, las arcillas, etc., y diversos géneros de animales que no existen ya, se repartian y llenaban con sus generaciones estos intervalos sucesivos. Notemos bien que si Cuvier no ha ido mas que hasta la creta, los principios de su teoría abrazan todos los terrenos inferiores, donde las alternativas de los depósitos marinos y de agua dulce, son bastante numerosas para que fuera necesario admitir quizá *varios centenares* de invasiones del mar sobre los continentes. Ahora bien, la teoría empleaba necesariamente un tiempo muy largo para la realizacion de estas grandes y numerosas revoluciones.

Era preciso tiempo para que el mar formara sus depósitos; era preciso tiempo para que abandonara poco á poco el suelo que habia sumergido, para que estos depósitos se convirtieran en suelo habitable, para que este suelo se cubriera de nuevos órdenes de vegetales, y despues de animales creados para reanudar la cadena de los seres y reemplazar los animales y los vegetales destruidos por el mar.

Era preciso tiempo, para que cada especie vegetal y animal encontrara circunstancias favorables á su

existencia; porque no era la voluntad creadora la que disponia de las cosas, sino las causas secundarias que obraban solas, y si el hombre no podria concebir cómo las causas secundarias pudieran producir el animal y el vegetal mas simple, concibe mucho menos aun cómo producirian los animales y los vegetales mas complicados, con circunstancias que indudablemente no serian las mas favorables.

Era preciso tiempo para que nuevos rios, nuevos lagos, despues de haberse abierto cuencas, pudieran amontonar sus sedimentos sobre los sedimentos del antiguo mar, para la produccion y el desarrollo de todos estos seres sucesivos.

En fin, era preciso tiempo para que este conjunto de fenómenos se reprodujera algunos centenares de veces.

¿Pero cuáles eran las causas bastante poderosas que venian en momento determinado, por períodos casi regulares, como lo prueban las alternativas de las capas marinas y de agua dulce, á arrojar el mar fuera de su cuenca, y despues volverle á hacer entrar en ella, arrojándole de nuevo cuando sus aguas se hacian proporcionalmente menores en comparacion del aumento del suelo?

Desde que se ha demostrado en varias cuencas el sincronismo de las formaciones acuosas; desde que se ha demostrado que en la misma cuenca, se formaban simultáneamente en diversos puntos, capas de ribera, alternaciones de embocadura, capas de mar, arrecifes madrepóricos, depósitos de creta en el mar profundo; desde que es muy probable que todas las capas secundarias, en lugar de ser sucesivas sean contemporáneas; que podian depositarse terrenos terciarios y aluviones en ciertas cuencas, mientras que los terrenos secundarios continuaban formándose en otros, la necesidad de los siglos exigidos por la citada hipótesis, desaparece.

Por otra parte, mal podria esta hipótesis resolver la cuestion del tiempo, cuando supone hechos contrarios á todas las leyes físicas conocidas, cuando destruye las condiciones de existencia de los seres, y cuando exige á la materia producir y crear lo que sus leyes solo pueden destruir; la hipótesis que niega tantos hechos y verdades ciertas, no prueba ni resuelve nada.

La hipótesis de los alzamientos de las montañas, es la que ha pretendido fijar los tiempos y las épocas geológicas de una manera mas afirmativa. En otro lugar hemos examinado esta teoría encontrándola poco satisfactoria. En primer lugar, es preciso quitarle todas las montañas primitivas, puesto que un globo terrestre sin montañas, sin altura alguna, era evidentemente un globo sin cuencas de mar, y sobre el cual no se comprende que erosiones, ni detritus hayan podido dar lugar á la formacion de capas. Asi, pues, cuando se han alzado las grandes cordilleras graníticas, las capas primarias ó transitivas, que son detritus de estas montañas, segun la mayor parte de los geólogos, no estaban aun formadas, y por consiguiente no han podido ser rotas, ni alzadas por ellas. La estratificacion discordante de las capas silurianas con las capas cambrianas, asi como todas las estratificaciones discordantes pueden ser debidas á otra causa que no sea la de los alzamientos; ha bastado en efecto, un cambio de direccion en las corrientes, para depositar las capas silurianas en una direccion opuesta á la de las capas cambrianas. El cambio de direccion de las corrientes ó de las aguas, ha podido tambien ser causado por una erosion de los peñascos, por la ocupacion de las riberas que las capas cambrianas habrian llenado, etc., etc. Ademas, la estratificacion discordante no existe en todas las localidades entre los terrenos silurianos y cambrianos. En fin, los terrenos cambrianos pueden muy bien no ser, en muchos casos, mas que una descomposicion de las partes superficiales de las montañas primitivas.

Asi las estratificaciones discordantes que se alegan para probar los alzamientos, no los prueban en manera alguna en muchos casos; no sucede lo mismo con las capas dislocadas y rotas, pero se hallan reducidas á localidades muy limitadas y no bastan para establecer una revolucion en la superficie del globo.

Otra razon grave sacada de la ley misma, segun la cual se habrian regido los diferentes sistemas de alzamiento, viene á demostrar todo lo arbitrario de la fijacion de las épocas en esta hipótesis. En efecto, los sistemas de montañas se distinguen unos de otros por su direccion, y una direccion diferente establece épocas diferentes; esta es la ley de la hipótesis. Ahora bien, recorramos los diferentes sistemas comparándolos en su direccion, á fin de ver si esta ley es real. El primer alzamiento, es el sistema del hundsruck; su direccion O, 35° S. E. 35° N., es casi la misma que la de la costa de Oro, que corre por O. 40° S.; sin embargo, los depósitos cambrianos habrian sido los únicos alzados en el sistema de hundsruck, mientras que el sistema de la Costa de Oro habria alzado hasta los depósitos jurásicos, lo que hace del sistema de la Costa de Oro el séptinuo sistema, á pesar de su direccion casi semejante á la del primero. Por otra parte, la meseta central de Francia, que no presenta ni aun depósitos de transicion, está colocado en el primer sistema á causa de la direccion de sus capas de gneiss. Asi en un caso, la direccion de las capas establece el sistema de alzamiento, y en otro no le establece, porque le suponen los terrenos elevados en época diferente; entonces, ¿que ley fijará la época? ¿será la composicion mineralógica de los terrenos? Pero esta composicion mineralógica no prueba absolutamente nada para la época del alzamiento, puesto que podian muy bien haberse depositado calizas en una localidad, cuando en otra no se depositaban mas que detritus graníticos, y el alzamiento de las calizas en esta localidad ha podido efectuarse al mismo tiempo que en el otro se alzaban las capas de transicion; la composicion mineralógica no puede, pues, determinar nada. ¿Serán los restos de los cuerpos organizados diferentes en los dos terrenos? Pero esta indiferencia prueba solamente, que las condiciones de existencia eran diferentes en las dos localidades, y que por lo tanto vivian en ellas especies diferentes á un mismo tiempo.

Habiendo desechado la direccion en los sistemas, y no pudiendo determinar nada la composicion mineralógica y la diferencia de los restos orgánicos, no queda evidentemente mas que lo arbitrario, porque no hay mas hechos que invocar.

No es solamente en el primer sistema donde se manifiestan estas contradicciones; todos estos *inconvenientes*, se encuentran en los otros sistemas de alzamiento.

Asi en el segundo *alzamiento*, *sistema de los balones*, los depósitos silurianos han conservado su horizontalidad primitiva hasta nuestros dias en Escandinavia y en Finlandia, por ejemplo; pero han sido alterados en otras partes y alzados con los terrenos cambrianos. ¿Cómo determinar aquí las épocas? No hay medio. Pero ademas, el sistema, de los *balones* es tan próximo al de los Pirineos por su direccion, que no hay entre ellos mas que un ángulo de 3° ¿Cómo distinguir estos dos sistemas, uno de los cuales es el segundo, el de los balones, y el otro, el de los Pirineos, es el noveno? Se da por razon la presencia de la hulla alrededor de los balones, y en los Pirineos, el alzamiento de la creta que no se habria verificado sino despues de los cinco depósitos considerados como intermedios entre la hulla y la creta. Pero siempre existe la misma imposibilidad de determinar nada, por las mismas razones que hemos señalado para el primer sistema, y despues porque

hemos demostrado que todos los terrenos secundarios desde la hulla hasta la creta, eran probablemente contemporáneos.

Otro *inconveniente* no menos grave, son los gneiss de la meseta central de Francia que presentan en sus capas, direcciones semejantes en muchos puntos á las de este segundo sistema, y acabamos de ver, que las presentaban tambien semejantes á las direcciones del primer sistema. Asi, hé aquí gneiss de una misma meseta que deberan pertenecer á dos sistemas diferentes, á causa de sus direcciones semejantes á las de estos dos sistemas, mientras que la Costa de Oro y los Pirineos no perteneceran á él aunque sus direcciones sean semejantes á las de estos mismos sistemas.

Seria inútil recorrer todos los demás, para demostrar en todos la misma falta de lógica, de razones y de causas, y siempre por el contrario, la misma ligereza en la fijacion de los sistemas y de las épocas; para evitar repeticiones, pasemos á otra contradiccion de la misma hipótesis.

Como es imposible hacer entrar todos los hechos en esta hipótesis de los sistemas de alzamiento que se encuentra á cada paso en contradiccion con los hechos, ha sido necesario para explicar ciertos terrenos alzados, pero considerados como de épocas posteriores al alzamiento del sistema que los sostiene, ha sido necesario suponer, que despues de un primer alzamiento, este sistema se habia hundido para recibir á estos terrenos, sin que á pesar de esto se pudiese señalar la causa maravillosa que habria venido á tiempo preciso para levantar primero y bajar despues un mismo sistema.

Asi en el *décimo alzamiento, sistema de la Córcega*, se dice: «El accidente ocurrido á nuestro planeta, no está marcado, como en los sistemas anteriores, por un alzamiento de las capas formadas inmediatamente antes, por la razon de que la caliza grosera parisien, que se deberia encontrar entonces, ha faltado en los lugares donde se ha manifestado la nueva catástrofe. La ausencia de este depósito significa, que el suelo se hallaba entonces elevado sobre los mares, en que se formaba; pero como la observacion nos manifiesta que en aquellos mismos lugares se han formado despues otros depósitos marinos que se refieren al terreno de molasa, es preciso deducir, que lo que se encontraba elevado primero encima de las aguas marinas, se ha hundido necesariamente en cierto momento; este es el resultado principal de la catástrofe en cuestion. En efecto, una parte de la cuenca de París, la Turena, la mayor parte de la Gascuña, toda la Suiza, el valle del Ródano desde Lyon hasta el mar asi como varias partes de la Italia, de la Córcega y de la Cerdena, que no conteniendo caliza parisien debian haber sido sacadas encima de las aguas por el alzamiento pirineano, han debido hundirse entonces para recibir los depósitos de molasa que se encuentran en ellas.»

Porque se quiere que la ausencia de la caliza parisien pruebe el alzamiento de este sistema con el de los Pirineos; y ¿por qué la presencia de la molasa probaria su hundimiento subsiguiente para recibirla? No hay absolutamente razon alguna, á no ser dos suposiciones de la geologia artificial, demostradas enteramente falsas por toda la extension, ya sea en latitud, ya en profundidad de todos los terrenos. La primera de estas suposiciones falsas establece en principio, que un terreno ha debido formarse al mismo tiempo sobre toda la superficie de la tierra cubierta por las aguas por ejemplo, en el caso presente, que la caliza grosera parisien ha debido formarse en toda la extension de la tierra inundada, y en tal caso, el sistema de Córcega, no teniendo caliza parisien, habria sido descubierto entonces. Pero esta suposicion de un terreno cualquiera que se habria formado todo á la vez en toda la extension del suelo sumergido, es enteramente falsa. Su falsedad está demostrada desde los tiempos de Lametherie, y cada vez ha sido mas manifiesta. No hay, pues, terreno que cubra asi toda la tierra; pero hay terrenos locales diferentes entre sí por la composicion mineralógica y por los fósiles, aunque sean contemporáneos.

La segunda suposicion falsa que se desprende de la primera, es que los diferentes terrenos sobrepuestos en ciertos lugares, aunque no lo esten en otros, se formaron todos sucesivamente, de manera, que el primero habia sido depositado en todas partes, cuando el segundo empezó á formarse, y que este habia terminado cuando el tercero comenzó. En una palabra, es la suposicion de que la clasificacion de los terrenos es verdad, siendo asi que hemos manifestado que era una abstraccion, una generalizacion artificial que no tiene casi relacion alguna con la realidad de los hechos tales como son en la naturaleza.

Si se reflexiona en la consecuencia rigorosa de estas dos suposiciones, se verá que no pueden absolutamente sostenerse. Porque si son verdaderas, es preciso absolutamente admitir que en la época de los terrenos terciarios parisienses, por ejemplo, que apenas se conocen sino en la cuenca de París, de Londres y de Bruselas, toda la tierra estaba descubierta á excepcion de esta pequeña cuenca que era el único mar del universo.

Otras muchas observaciones pudieran hacerse sobre la hipótesis de las épocas geológicas, por sistemas de alzamiento; pero hemos dicho bastante para demostrar que esta hipótesis cae por todas partes; que no explica lo que pretende explicar; que es opuesta como la de las irrupciones del mar á todas las leyes físicas conocidas; que como ella tambien viola todas las leyes de los seres, niega el poder creador para atribuir el papel de tal á las causas segundas. No resuelve pues nada, y sus cálculos de siglos infinitos, no son evidentemente mas que un juego de imaginacion sin base, un problema aritmético sin ningun dato.

Nada diremos de la clasificacion artificial de los terrenos; clasificacion que los supone á todos sucesivos, y formados de manera, que cada una de sus capas habria sido depositada á un mismo tiempo sobre toda la superficie sumergida del globo, y que en tal caso, serian concéntricas, y se envolverian sucesivamente como las diferentes capas de una ciruela, por ejemplo, cuya piel cubre la pulpa, esta el hueso, y el hueso la almendra. Sobre esta clasificacion resultado hipotético de una generalizacion abstracta que no tiene realidad alguna, se han fundado todos los cálculos de tiempo. El estudio que hemos hecho de la geologia, nos ha demostrado bien que esta clasificacion útil, cuando fue introducida, estaba lejos de la verdad, y por consiguiente los cálculos de tiempo fundados en ella, eran vanos y producidos por la imaginacion de sus autores.

Si ahora dirigimos una ojeada general sobre el método seguido en todos los sistemas, notaremos que, cualquiera que sea el sistema que se examine, los geólogos que han pretendido sostener en estos sistemas la gran antigüedad de la tierra, juzgan del conjunto de los efectos de una causa por sus menores productos, y de lo que produce en una circunstancia por la que produce en otra enteramente diferente.

Refieren los terrenos graniticos á la causa ígnea, calculan la duracion y la importancia de las formaciones granitoideas por la de los productos volcánicos propiamente dichos, como si los productos volcánicos nos dieran la medida de la poderosa accion de esta causa.

Hablan de los productos volcánicos, y los calculan en su conjunto por los del Etna y del Vesuvio, como si no hubiera trescientas veces mas en la cuenca de los

mares; y como si hubiera alguna cosa regular en la causa ígnea.

Se ha querido juzgar por el tiempo que ciertos fenómenos emplean en verificarse sobre la tierra descubierta, el que habian empleado en los tiempos pasados y bajo las aguas; sin pensar que lo que se hace bajo las aguas es mucho mas importante, y que las aguas obran todavía hoy en grande escala.

Se ha comparado lo que la accion marina y fluviátil produce en estos momentos en Europa, á la que producia en la época de los terrenos terciarios ó mas antiguos; sin pensar que el estudio de los fósiles de estos terrenos induce á creer que han sido producidos bajo una temperatura mucho mas caliente; en los climas cálidos era, pues, donde se debian buscar los ejemplos.

Se ha hablado del tiempo que nuestros rios emplean en formar su cauce, y no se ha visto que hacen quizá menos hoy en mil años, que hacian en algunas semanas cuando el mar se retiraba delante de ellos y sus corrientes tenian que surcar depósitos aun humedecidos por las aguas; ni siquiera se ha pensado en estudiar lo que los grandes rios de América hacen á su embocadura y aun muy adentro en el mar, puesto que se siguen en él sus aguas hasta mas de 200 leguas.

No se ha querido ver que todas las causas que producian los terrenos tenian en los tiempos antiguos materiales mas abundantes á su disposicion; que las montañas, hoy rebajadas y desnudas hasta el esqueleto, abandonaban entonces mas restos á los vientos y á las corrientes; que los bosques, mucho mas numerosos, sin cultivo y descompuestos en el sitio, formaban mas mantillos en un año que los nuestros en ciento; que las aguas mas extendidas y quizá mas calientes, destruian mas rápidamente el terreno que atacaban, etc., etc.

No tenemos por hoy la pretension de determinar la edad de la tierra por la geologia.

Si nos ocupamos de esta cuestion no será sino para reunir algunos datos á los cuales vendran quizá á agregarse otros mañana, pasado mañana, dentro de cincuenta, de ciento ó de mil años; en fin, cuando las diversas ciencias, que deben concurrir á la solucion de un problema tan difícil, hayan hecho progresos suficientes para resolverse *á posteriori*, si esto es posible de una manera rigorosa ó aproximada.

Pero creemos haber probado que es imposible resolverle por las hipótesis que se han propuesto, y que todos los cálculos de estas diversas hipótesis se reducen á cero, siendo por consiguiente un gran error el sostenerlas y enseñarlas.

CAPITULO XX.

TIEMPOS GEOLÓGICOS.

La cuestion de los tiempos geológicos, ¿puede resolverse por los hechos en sí mismos? ¿En qué límites puede resolverse?

Para responder á estas graves preguntas, necesitamos resumir todo lo dicho en los anteriores capítulos, añadiendo algunos datos, de este modo responderemos á las interpretaciones falsas y particulares de ciertos hechos aislados, y estableceremos las bases de una solucion, mas verosimiles, porque estaran fundadas en la armonía del conjunto de los hechos y de las leyes.

En primer lugar debemos fijar bien la cuestion, dejando á un lado el núcleo central de la tierra con sus grandes cordilleras graníticas, porque ya hemos dicho que este núcleo primitivo con sus montañas, sus valles, sus rios y sus mares, no podia ser atribuido sino á la voluntad inmediata del Creador. Por consiguiente, no hay que buscar largos espacios de tiempo para su produccion. Pero tambien hemos dado razones para creer que los gneiss y los esquistos primarios, desprovistos de restos orgánicos, ó bien datan de la creacion, ó bien son descomposiciones ó productos inmediatos de las montañas primitivas.

La cuestion se reduce, pues, á saber cuánto tiempo han exigido para su formacion los terrenos primarios de depósitos y de transporte, los terrenos secundarios y terciarios.

Tendremos, pues, que examinar primero cada terreno en particular, en su composicion mineralógica y orgánica, vegetal ó animal, y despues en sus causas de formacion; en segundo lugar tendremos que examinar todos los terrenos en su conjunto y en sus relaciones, que se hayan formado bajo la influencia de las dos causas principales acuosa é ígnea.

I. *Tiempos de los terrenos primarios.* Los terrenos primarios encierran gneiss, micasquistos, esquistos, calizas y gres.

La mayor parte de los gneiss pueden ser considerados ó como del mismo orígen que los granitos, ó como una exfoliacion de las partes superficiales de estos, de donde los agentes cretonianos ó las aguas habrian quitado ciertas sustancias componentes. Pero como esta descomposicion ha debido hacerse mas ó menos rápidamente, segun las circunstancias de las localidades diversas, no es posible tener una medida de tiempo, aunque se deba admitir que se ha verificado tanto mas rápidamente, cuanto las montañas graníticas estaban mas elevadas y expuestas á un clima mas cálido y mas uniformemente húmedo por las evaporaciones acuosas, como todo prueba que debia verificarse en los primeros tiempos, en que los mares cubrian la mayor parte de nuestros continentes actuales.

Los micasquistos y varios esquistos se hallan en el mismo caso que los gneiss; la mayor parte pueden ser considerados como primitivos ó modificados en el sitio por causas análogas.

Pero los gneiss, los micasquistos y los esquistos que son el resultado de un depósito acuoso se han formado con tanta mayor rapidez, cuanto mas elevadas eran las montañas que han dado los materiales, y mas enérgicos los agentes meteóricos y acuosos, como todo prueba que debia suceder en su orígen. Buffon asegura, por experimentos propios, que todo el mundo podrá convencerse por medio de procedimientos, de que el vidrio y el gres en polvo se convierten en poco tiempo en arcilla, con solo permanecer en agua. Véase, pues, el orígen de los micasquistos y de los esquistos, que han debido exigir tanto menos tiempo para formarse, cuanto mas rápidamente reducian á polvo los agentes meteóricos á las sustancias vitrificables y arenosas de los granitos, y mas pronto se apoderaban de ellos las aguas en grande escala.

Las arenas, los gres, las grauwackas ó psammitas, son todos detritus de las montañas primitivas, mas ó menos mezclados, mas ó menos reducidos á granos finos y homogéneos, y que han debido asimismo exigir tanto menos tiempo, cuanto mas activas eran las causas ya mencionadas. Hemos visto, en efecto, que las montañas descendian rápidamente y producian una gran abundancia de detritus, hasta que llegaban á una pendiente de 40° á 45°, estado en que quedan casi estacionarias.

Las calizas primarias pueden ser consideradas como primitivas, ó como un resultado de la cal contenida en las rocas primitivas y combinada con el ácido carbónico que las aguas disuelven continuamente de la atmósfera, ó bien aun como un producto orgánico. En los dos primeros casos, se habrá necesitado tanto menos tiempo para formarlos, cuanto los elementos estaban vírgenes y en todo su vigor, mientras que una vez removidos y transformados, permanecen estables.

En cuanto á las calizas orgánicas, hablaremos de ellas mas abajo.

La cristalizacion y los abundantes cristales que se encuentran sobre todo en los terrenos primarios, han exigido todavía mucho menos tiempo; se cita, en efecto, un gran número de cristales de roca formados en los mármoles de Carrara y en otros muchos lugares; la sílice en estado gelatinoso se ha cristalizado en un solo dia por el solo calor atmosférico; estos ejemplos de cristalizacion, que los plutonianos quieren atribuir exclusivamente al fuego, han sido observados por los mineralogistas mas competentes, y prueban que las leyes de la naturaleza actual son las mismas que las de la naturaleza primitiva, y que es supérfluo echar mano de un calor hipotético y desconocido para formar nuestro globo y sus cristales.

La rapidez con que se solidifican todas las capas descubiertas, la probabilidad de que los agentes eléctricos ó calóricos han modificado varias rocas, no permiten tomar en consideracion el tiempo que exigen las capas calizas y silíceas.

Si ha de admitirse en los terrenos primarios la accion de las fuentes termales silíceas y calcaríferas, el ejemplo de los travertines de Roma que presentan en los tiempos históricos mas de 60 á 80 piés de espesor y otros varios hechos análogos, tampoco alargan mucho el tiempo.

En fin, si se considera que todos estos grupos de rocas se formaban simultáneamente en localidades diversas, ó en puntos diferentes de la misma localidad, se comprenderá que no se han necesitado miles de años para formar los terrenos primarios.

II. *Terrenos secundarios.* Los terrenos secundarios estan formados de los detritus de las montañas primitivas en sus arenas y en sus arcillas, de las cuales no hablaremos mas; de sustancias carbonosas; de sustancias calizas y silíceas; de capas de alta mar y de riberas; de restos de dislocaciones ó de alzamientos, etc. Vamos á examinar cada una de estas sustancias.

Los carbones de piedra ó hullas ofrecen por sí solos una dificultad entre las sustancias carbonosas, por lo cual no nos ocuparemos sino de ellos. Cuando se estudian de cerca las hulleras, no se tarda en observar que se acercan mas á las turbas por una parte, y por otra á los detritus vegetales transportados á los lagos ó cuencas marinas, que ningun otro hecho.

Se encuentran carbones en casi todos los terrenos, excepto en los terrenos primitivos; sin embargo las capas de carbon se encuentran lo mas frecuentemente en las capas esquistosas, apoyadas en las montañas primitivas; estan cubiertas de esquistos, de gres, y siempre mas ó menos separadas por capas arcillosas y arenosas que se intercalan entre cada lecho de hulla.

Las cuencas hullíferas estan siempre perfectamente circunscritas y limitadas, lo cual unido á la alternacion de las capas, no deja duda alguna acerca de su formacion en bahías marinas, lagos ó pantanos inmensos.

Los restos de animales ó de vegetales que se encuentran en las hullas, los aceites bituminosos, el álcali amoniacal, el ázoe, el hidrógeno sulfurado que saca de ellas, no permiten dudar que los seres organizados les han dado orígen.

Jamás se encuentra una capa de carbon sola; hay siempre varias sobrepuestas unas á otras, y estan separadas por otras capas de diferentes sustancias. El espesor de los diferentes lechos de hulla sobrepuestos no es el mismo; hay algunos cuyo espesor solo es de algunas líneas, y que tienen la misma extension en su superficie que los mas gruesos; hay, por el contrario, capas que tienen hasta 40 y 50 piés de espesor. En fin, las capas son mas ó menos numerosas segun las cuencas; en las montañas de Saint-Gilles, cerca de Lieja, se cuentan sesenta y una capas de carbon; en otras partes no se cuentan mas que cuarenta y aun menos, y en algunos puntos muy raros, se han encontrado hasta ochenta.

Todos los hechos anteriores no permiten atribuir la formacion de las hullas á revoluciones sucesivas de las aguas que hubieran invadido y evacuado repetidas veces el suelo en que crecian vegetales que han dado orígen á las hullas. ¿Cómo se habrian podido limitar estas capas tan perfectamente, que siendo ochenta ó sesenta en algunos lugares, no son en otros mas que cuarenta y menos?

¿Cómo pudiera el suelo haberse alzado y bajado tantas veces sucesivamente en el mismo punto, para recibir las aguas y expelerlas en seguida cada vez? ó bien, ¿cómo pudo el fondo de la cuenca hallarse tan poco inundado que dejaba crecer vegetales, mientras que todo alrededor las aguas continuaron depositando arcillas y arenas? ¿Cómo, en fin, en esta suposicion, puede haber capas de solo algunas líneas de espesor? Bien se ve que todas estas dificultades irresolubles rechazan la hipótesis de las revoluciones, para traernos aquí tambien á las causas simples, naturales y continuas.

En efecto, las observaciones han hecho reconocer que el mayor número de vegetales determinados de la hulla, pertenecen á las criptogamas vasculares, y las otras á las fanerogamas monocotiledones; es sabido, ademas, que las criptogamas vasculares vivas de nuestras zonas templadas, son en general plantas bajas y rastreras, mientras que las del terreno hullífero se distinguen por tallos de grandes dimensiones.

Los indicios conocidos hacen creer que los depósitos hullíferos de todas las partes del globo y de todas las zonas, presentan los mismos caracteres de vegetacion.

Ahora bien, la comparacion de la flora hullera con la de las diversas regiones del globo, la aproxima á la flora de la zona tórrida y principalmente á la de las islas mas pequeñas y mas distantes de los continentes. Se nota, en efecto, que estas islas se acercan mas á lo que conocemos en los terrenos de hulla, tanto por la proporcion numérica de las especies de diferentes clases, como por el desarrollo que toman estas especies.

Esta aproximacion ha hecho suponer que no solo nuestras comarcas estaban, en la época de la formacion del terreno hullífero, dotadas de una temperatura mas elevada que la que gozan hoy, sino que ademas en lugar de pertenecer á grandes continentes, formaban archipiélagos compuestos de islas poco extensas en medio de un extenso mar; consecuencia que recibe aun una nueva confirmacion de la ausencia de restos de animales terrestres en los terrenos primordiales en general, y despues de la posicion misma de las hulleras alrededor de islas de terreno primitivo, de montañas á cuyo pié se encuentran siempre.

Las relaciones de la hulla con el carbon vegetal y con la turba, asi como la abundancia de los restos de vegetales que la acompañan, han hecho suponer desde hace mucho tiempo, que debia su orígen principal á la descomposicion de los vegetales; pero se objetaba contra esta hipótesis, que era difícil de suponer, sobre todo en nuestras comarcas templadas, una fuerza vegetativa suficiente para producir masas tan importantes como nuestras capas de hulla. Ahora bien, esta dificultad se encuentra en parte salvada por el hecho de que la flora de aquella época está casi exclusivamente compuesta de esas plantas simples, cuyo desarrollo se ha verificado con rapidez bajo circunstancias favorables; circunstancias entre las cuales la principal es la elevacion de la temperatura primitiva por la mayor extension de los mares.

Dos opiniones principales se han presentado para explicar la formacion de la hulla. Una admite que la hulla ha sido formada como nuestras turbas, en el si-

tio mismo en que crecian los vegetales; otra que las sustancias vegetales han sido reducidas á papilla, y transportadas por las aguas con partes mas ó menos considerables de vegetales enteros.

La primera opinion nos conduce á reconocer en las cuencas hullíferas, antiguas hornagueras. Recordemos, pues, los fenómenos de las hornagueras.

Por lo general se encuentran en los lugares bajos y pantanosos; sin embargo, tambien las hay en lugares muy elevados, con tal que se encuentren en ellos pantanos.

El suelo siempre muy esponjoso de las hornagueras, retiene las aguas de las lluvias, que haciéndose muy abundantes, levantan la masa total de la turba. Si está situada en lugares inclinados, corre entonces como lo hacen los hielos de las altas montañas. De esta manera se extiende sobre terrenos considerables, y no se pueden detener sus progresos sino practicando fosos para la salida de las aguas.

En los sitios bajos, la turba es levantada igualmente hasta el punto de formar islas flotantes, que son algunas veces arrastradas hasta el mar.

Las plantas acuáticas que mas contribuyen á la formacion de la turba, son las colas de caballo, los escirpos, las tifas, las confervas, etc. Estas plantas vegetan con mucha fuerza, y aumentan cada año la turba en una cantidad considerable.

En las hornagueras se forman piritas, aceites bituminosos, gases, ácidos sulfúrico y sulfuroso, etc.

En un gran número de hulleras, los vegetales son los mismos que en las turbas, ó bien son análogos. Todo conduce, pues, á creer que varias hulleras han empezado por ser hornagueras. Solamente, como en el principio, las islas pantanosas estaban rodeadas de agua por todas partes, y la temperatura era mas elevada y mas uniforme, como todo parece indicarlo, y como se observa aun en las islas y en los paises inmediatos á los mares, la vegetacion era en ellas mas vigorosa; especies diferentes podian vivir en ellas, ó bien las especies actuales podian adquirir allí proporciones que ya no alcanzan, y asi los detritus de cada año eran mas considerables. Si las turbas de la Holanda crecen ya tan rápidamente, ¿qué debian, ser pues, las turbas antiguas?

La presencia en el terreno hullífero de vegetales muy delicados que han conservado todas sus partes; la rareza de los animales acuáticos en este mismo terreno, y su analogía con la formacion actual de las turbas en los lugares bajos y pantanosos, determinan á Adolfo Brongniart á creer que el terreno hullífero se ha formado en islas bajas y pantanosas, sujetas á inundaciones que depositaban encima de los depósitos vegetales, las capas de esquistos y de psammitas que separan ordinariamente las capas de hulla. Se concibe, en efecto, que este modo de formacion ha podido realizarse en ciertos puntos.

En efecto, hoy vemos reproducirse periódicamente las grandes inundaciones y los años lluviosos, de modo que dejan algunos años entre las inundaciones de las lluvias extraordinarias; en otros climas por el contrario, el período de las lluvias y de las inundaciones es anual; tambien lo es mas ó menos para todos los climas. Es muy conveniente admitir que esta periodicidad ha debido existir en todos los tiempos, y aun ser quizá mas pronunciada en los primeros tiempos para las islas de turba rodeadas de mares. Ahora bien, es evidente que entre cada período lluvioso anual ó de algunos años, la capa de turba adquiria un espesor tanto mas considerable, cuanto mas favorables eran las condiciones y los años lluviosos mas distantes unos de otros. Cada inundacion venia á cubrir la capa de detritus turbosos, de una ó varias capas de guijo, de arena ó de arcilla, etc., que ahogaba la vegetacion, y no dejaba gérmenes sino esparcidos, y principalmente á orillas del pantano. Pasada la inundacion, estos gérmenes de vegetacion se desarrollaban de nuevo en todas las capas minerales, y esto con una rapidez de que nos da una idea lo que pasa hoy despues de las inundaciones de nuestros rios y de nuestros torrentes. De esta manera se formaba una nueva capa turbosa, para ser en seguida cubierta por una nueva inundacion, y asi sucesivamente durante un tiempo tanto mas largo, cuando mas profunda y de nivel mas bajo era la cuenca pantanosa, lo cual explica el gran número de capas de ciertas cuencas muy bajas, cerca del corto número de las de otras cuencas menos bajas y menos profundas, y que por lo mismo fueron mas pronto llenas y desecadas.

De esta manera la sucesion alternativa de los mismos fenómenos, ha producido la alternativa de las numerosas capas de hulla y de arcilla, ó de psammitas que se encuentran en ciertas localidades. Pero es evidente que este modo natural no admite revolucion alguna, ni destrucciones sucesivas de varias creaciones vegetales, puesto que todas las hiladas presentan los mismos vegetales; no admite tampoco irrupciones reiteradas con permanencias mas ó menos prolongadas de las aguas marinas, que habrian ciertamente destruido todos los gérmenes, todos los manantiales de vegetacion é impedido por lo mismo la continuacion de su reproduccion, de sus depósitos y de sus alternativas de las capas vegetales y minerales. Mientras que es muy natural admitir, como vemos todos los dias, que la primera vegetacion desarrollada y acumulada en toda la extension de una cuenca pantanosa, sea momentáneamente cubierta y destruida por la permanencia de las aguas meteóricas y fluviátiles, y por sus depósitos en el fondo de esta cuenca, puesto que disminuyendo el agua, ya por la estacion mas calurosa, ya por la acumulacion de los depósitos minerales y la cesacion de las lluvias, los vegetales de las orillas ó de los islotes del pantano que hayan sobrevivido á la inundacion, vuelven á cubrir todos los depósitos medio desecados, y se propagan hasta que sobreviene una nueva inundacion siempre parcial, á lo menos en su estancia mas ó menos prolongada. En esta interpretacion natural, nada impide considerar el fondo de la cuenca pantanosa como un lago mas ó menos extenso, al cual arrastran las corrientes y crecidas de agua todos los detritus vegetales, los islotes flotantes de turbas de los parajes pantanosos cercanos, al mismo tiempo que en otras circunstancias, otras estaciones ú otros años, arrastraran arenas y arcillas. Reducida á estas proporciones naturales y muy probables, esta interpretacion es clara y precisa, sin que haya necesidad de las milagrosas destrucciones y de las creaciones sucesivas mas milagrosas aun; pero tambien hay que renunciar á esas magníficas evoluciones de los siglos indefinidos que se desarrollan en millares y millones de años, á merced de una imaginacion fecunda que se complace en romper los límites demasiado estrechos de la realidad, para bogar y balancearse en el Océano sin orillas de lo que le parece posible.

La segunda opinion, la que admite que las sustancias vegetales de la hulla han sido transportadas por las aguas, se apoya en la posicion y disposicion de las capas de hullas en varias cuencas, en la presencia de restos de animales acuáticos marinos y de agua dulce, en la cantidad de vegetales acarreados aun hoy por los grandes rios de América, en los depósitos que los rios arrastran aun á los lagos, etc. Ahora bien, preciso es confesar que estas razones no son menos poderosas que las de la opinion anterior. Creemos, pues, que la exclusion no debe ser mas admitida aquí que en todos los demás fenómenos geológicos; pero que se debe aceptar la diversidad de las causas que han obrado simultáneamente segun la diferencia de las localidades y de las circunstancias. Y asi mientras que segun la primera opinion se formaba hulla, por

decirlo asi, en el sitio en una isla pantanosa, los rios atravesando inmensos bosques en otro punto del globo, acarreaban masas considerables de detritus y partes de vegetales, aquí en un lago de agua dulce, allá en un golfo marino. Despues cuando la estacion de los detritus haya pasado, estos mismos rios habran depositado arenas y arcillas; ó bien aun, el mar ó las aguas del lago, habran extendido sus depósitos mineralógicos sobre las capas vegetales. En la estacion siguiente, los detritus vegetales habran empezado de nuevo á ser acarreados para ser otra vez cubiertos por capas minerales, y asi sucesivamente. En ciertos años de tempestades, de avenidas mas profundas, de lluvias mas abundantes y mas continuas, los detritus vegetales habran podido ser barridos de todas partes en el extenso bosque, y arrastrados mas tiempo y en mas abundancia por el rio y sus afluentes, habran dado asi orígen á las capas carbonosas mas extensas. En otro año por el contrario, la sequedad ú otras causas, habran disminuido la cantidad de los detritus, y no se habrá depositado mas que una capa muy delgada. En fin, los moluscos terrestres, fluviátiles y marinos, asi como otros varios animales, tales como peces y reptiles de embocadura, habran sido en todos los casos, arrastrados y depositados con los vegetales ó las capas que los cubren. Tal es evidentemente, en varios casos, uno de los modos de depositarse la hulla, del cual nos da una idea lo que pasa en los grandes rios y en los extensos bosques de América.

La comparacion de los depósitos de hulla justifica por otra parte los dos cuadros de formacion que acabamos de exponer; asi la mayor parte de los depósitos hullíferos de la meseta central de Francia, han sido formados en pantanos de agua dulce, y pertenecen probablemente al primer modo; las hulleras de Bélgica y de Inglaterra, parecen por el contrario pertenecer al segundo modo.

Sin embargo, sea que la cuenca hullífera hubiera sido una hornaguera, sea que hubiera sido una cuenca de depósitos transportados, debió suceder lo que vemos que sucede hoy todavía en circunstancias análogas. De estas materias vegetales y animales, se desprendió antes de su mineralizacion, mucho gas hidrógeno sulfurado, ázoe, ácido carbónico, etc., como se desprende de los pantanos y de todas las materias vegetales y animales amontonadas, y que pasan al estado de descomposicion. Ahora bien, sabemos que en los lugares en que se desprenden todos estos gases, se forma azufre; que este azufre combinándose con el hierro de estas sustancias ó con hierro de nueva formacion, produce piritas. Encontramos en efecto, el ácido sulfúrico y las piritas en las turbas, en algunas maderas fósiles, y hasta en las arcillas, esquistos y pizarras.

Se debe, pues, concebir fácilmente por estos hechos, que se habran formado piritas y azufre en medio de las maderas transportadas, de las turbas, y de todas las materias vegetales y animales que han concurrido á la formacion de los carbones.

Mientras tanto, las piritas descompuestas por las causas conocidas contrajeron calor; se determinó una fermentacion; un fuego al cual proporcionaban el hidrógeno y el oxígeno suficientes la descomposicion del agua y aun la sustancia vegetal, tenia al principio su foco en las hiladas profundas del suelo, y carbonizaba la turba ó las demás sustancias sin pérdida considerable.

En efecto, las aguas, las capas arcillosas, las capas de arena ó de gres, cerraban en parte el paso á los gases, y estorbando el contacto del aire atmosférico, evitaban una gran pérdida. Todos los gases eran absorbidos por la materia vegetal bituminosa, y se combinaban con ella, puesto que los encontramos allí, asi como los sulfuros de hierro que dan á ciertas hullas ese brillo dorado, y los fragmentos de piritas. Lo que confirma esta manera de ver, es que las capas mas superficiales que han debido hallarse mas distantes del contacto atmosférico, son mucho mas pobres en betunes y en principios oleosos, asi como en gases, que las capas inferiores.

La explicacion que damos no repugna por lo menos á ninguna ley física ó química, y aun tiene sus analogías en los fenómenos volcánicos sub-marinos, y el estudio de los terrenos hullíferos no permite dudar que hayan sufrido la accion de un calor ó de una fermentacion cualquiera. De este mismo modo se podran explicar la mayor parte de los accidentes de los terrenos hullíferos, las curvaturas de las capas de hulla, puesto que la fermentacion ígnea ha podido determinar los movimientos de las capas y del suelo, abriendo cavidades, y por consecuencia determinar igualmente roturas del suelo y de las capas, ó dobleces de estas en sentidos diversos.

Ahora bien; para producir todos estos fenómenos, sea de transporte, sea de acumulacion de los detritus vegetales, sea de mineralizacion, no se habrá necesitado un tiempo demasiado largo.

Lo que sucede en los grandes rios de América, nos dará una idea del tiempo para la acumulacion de la hulla por transporte. Todo el mundo sabe que en el momento actual, los grandes rios y principalmente los de la América meridional, acarrean una inmensa cantidad de maderas y de plantas pantanosas que transportan al mar. Mas de 8,000 piés cúbicos de materias vegetales, pasan, segun se asegura, por una de las embocaduras del Mississipi en pocas horas. Ahora bien, tomando por base los cálculos mas desventajosos, los propuestos por los partidarios de los siglos indefinidos, cálculos hechos sobre las maderas reducidas á carbon al aire y sobre maderas tomadas en las condiciones mas desventajosas, se obtienen los resultados siguientes: segun estos cálculos, se encuentra que los depósitos carbonosos no pueden ser sino los $^{22}/_{100}$ del volúmen primitivo de los materiales que les han dado orígen, advirtiendo que no se tiene en cuenta la combustion sin pérdida que hemos indicado, puesto que por el contrario se supone la carbonizacion operándose al aire. Tomando, pues, esta base, y suponiendo solamente que pasen 8,000 piés cúbicos de materias vegetales en doce horas, por una de las embocaduras del Mississipi, esto nos da 16,000 piés cúbicos en veinticuatro horas. En tres meses nos da próximamente 1.600,000 piés cúbicos, que darian 352,000 piés cúbicos de carbon, que forma ya una fuerte capa; pero si esto se repite en todas las embocaduras del Mississipi, que son en número de cuatro ó cinco, entonces el cálculo se quintuplica. En fin, si estos fenómenos se continúan solamente por espacio de quinientos años, se tendrá una masa carbonosa de 176.000,000 de piés cúbicos. Ahora bien, si estos fenómenos se han verificado al mismo tiempo en cincuenta ó sesenta puntos diferentes del globo, en donde grandes bosques han sido atravesados por caudalosos rios que se dirigian al mar ó á los lagos, tenemos cincuenta ó sesenta depósitos de hulla que no habrán exigido mas de quinientos años para formarse.

En cuanto al segundo modo de formacion de las hullas, el de las turbas, lo que sucede en Holanda nos permite calcular aproximadamente el tiempo.

Aquel país, como es sabido, contiene cantidades inmensas de turbas, y el arte ha llegado á producirlas allí continuamente. Las turbas naturales se forman allí como en otras partes, por la descomposicion de las plantas que crecen en aquellos paises pantanosos. Se saca la turba para utilizarla; se cava, al sacarla, una zanja mas ó menos extensa en un ancho prado de turba. El agua se introduce ó es conducida á aquella zanja; en ella se producen *conferva rivularis*, despues *musgos*, *líquenes*, etc.; todas estas plantas

se amontonan, se descomponen y al cabo de diez años, hay nueva turba buena y explotable.

Tomando la cifra mas elevada, podemos conceder diez años al depósito de cada capa de hulla, aunque las causas fuesen mas enérgicas y sus efectos mas considerables y mas rápidos en los primeros tiempos. Y admitiendo que por término medio las inundaciones que hayan depositado las capas minerales sobre las capas carbonosas, se han producido asi de diez en diez años, tendremos en cien años, diez capas de hulla alternando con otras tantas de arcilla ó de arena; en quinientos años, cincuenta; en novecientos, noventa; en mil años, cien capas de hulla y otras tantas de capas minerales alternadas. Ahora bien, entre las cuencas hullíferas conocidas, los de mas potencia no pasan de ochenta, ó cuando mas de noventa capas alternadas, y no son estas las mas numerosas.

Si estos fenómenos se han producido siquiera en un centenar de puntos del globo, habrá cien nuevos depósitos de hulla que unidos á los sesenta anteriores, dan un número de depósitos mayor que el que se conoce.

Ademas, el mayor número de cuencas hullíferas reposan sobre los terrenos primitivos, y nos hacen por consiguiente remontar á una época en que la vegetacion, esparcida en toda la superficie del globo, era tanto mas activa y mas vigorosa, cuanto que la temperatura era mas elevada, las tierras descubiertas eran islas mas ó menos extensas y rodeadas de anchos mares, la humedad cálida era mas abundante, el hombre no habia podido todavía despojar la tierra de sus bosques como lo ha hecho despues, los lagos y los pantanos no estaban aun llenos como lo han estado despues. Asi nos vemos conducidos á convenir en que estos primeros tiempos fueron los mas favorables á la formacion de las hullas, y que cuatrocientos ó quinientos años despues de la creacion, la mayor parte de las cuencas hullíferas estaban llenas, y que todas las que son antiguas podian estar llenas mil años despues todo lo mas.

Ahora bien, una vez determinada la combustion ó la fermentacion, todo el mundo sabe que no necesitó mucho tiempo para hacer pasar estos depósitos del estado turboso al estado de hulla.

No debemos dar á estos cálculos mas importancia que la que merecen, pero estan fundados en datos positivos, en leyes y analogías naturales, tomadas en la naturaleza misma de las sustancias vegetales mas generalmente reconocidas en la hulla, mientras que los cálculos de millones de años, exigidos por ciertos autores para formar los depósitos de hulla, se han fundado en nuestros bosques y sotos, cuya presencia no se ha demostrado en la hulla, aunque puedan encontrarse en ella; y ademas, en maderas carbonizadas al aire, siendo asi que la hulla ha sido carbonizada fuera del contacto atmosférico. Los otros cálculos son, pues, mas racionales y mas lógicos, y estan mas en relacion con las observaciones positivas y los hechos conocidos; cálculos por cálculos valen estos tanto como aquellos sino son preferibles.

Las sustancias carbonosas, por mas potencia que tengan en la corteza del globo, no pueden, pues, ofrecer apoyo alguno á la gran antigüedad de la tierra. Vamos á examinar si las calizas seran mas favorables á la hipótesis de los siglos indefinidos.

Las calizas proceden de tres orígenes principales; las calizas primitivas, que fueron creadas con la tierra, y de que no hablamos mas porque se han negado; las calizas procedentes de manantiales termales y que toman su orígen en la cal de las rocas primitivas, y el ácido carbónico continuamente disuelto por las aguas, son poco numerosas en el suelo en comparacion de las siguientes, y asi es inútil hablar de ellas; las terceras calizas que forman casi por sí solas la masa mas considerable del suelo de terraplen, son producidas por dos grandes tipos de animales, los malacozoarios ó moluscos, y los actinozoarios ó radiados.

Buffon, Lametherie y Lamark han sostenido la tesis de que los animales de trasudacion caliza, de que aquí tratamos, transformaban el agua en sustancia caliza; cualquiera que sea la manera como se resuelva esta cuestion, creemos haber demostrado, que la accion de estos animales habia debido disminuir la masa de las aguas primitivas. Como quiera que sea, es cierto que la mayor parte de las calizas es debida á los moluscos y á los radiados ó madréporas. Las calizas fétidas y bituminosas deben probablemente estas cualidades á la carne de esos animales, como la sustancia petrosa es debida á las conchas.

Ahora bien, ¿cuánto tiempo se ha necesitado para la produccion de esas inmensas capas de calizas que forman la mayor parte de la corteza del globo?

Buffon habia apreciado muy bien esta cuestion cuando considera que en los moluscos petrosos excede cincuenta ó sesenta veces á la masa real del cuerpo del animal; que el número de las especies es inmenso; que su aumento y multiplicacion son prodigiosos y rápidos; la duracion de su vida corta aun cuando la supone el término medio de dos años; cuando considera que se debe multiplicar por cincuenta ó sesenta el número casi inmenso de todos los individuos de cada especie, para darse una idea de toda la materia pétrea producida en diez años; que en fin, este peñasco ya tan grande de materia petrosa, debe aumentarse con tantos peñascos semejantes, como decenas de años hay en todos los siglos que han transcurrido desde el principio del mundo. Solo añadiremos al problema algunos datos mas precisos: 1.°, las especies fósiles, en general, son mucho mayores que las vivas; asi las ammonitas, que tienen algunas veces mas de un metro de diámetro; las enormes ceritas, las grandes bocinas, etc., etc.; 2.°, se cuentan ya mas de seis mil especies fósiles perdidas, sin hablar de las vivas que son por lo menos en número de cuatro mil, lo que da unas diez mil próximamente; 3.°, los individuos de cada especie son ciertamente algunos millares, y aun seria temerario querer fijar el número; nos quedaremos muy por debajo de la verdad, fijando el número en diez mil. Ademas, se debe considerar que este número se aumenta diez veces por lo menos cada diez años.

Con arreglo á estos datos, se deben contar próximamente un cuatrillon de individuos, que han producido uno con otro un pié cúbico de caliza en diez años, término medio de su vida establecida por Buffon. Ahora bien, en dos mil años solamente, tendríamos doscientos cuatrillones de piés cúbicos de caliza.

Sin embargo, la superficie descubierta de la tierra, es de unos ocho millones de leguas cuadradas, ó dejando las cifras secundarias, de un cuatrillon de piés cuadrados. Por consiguiente, solo en dos mil años, los moluscos podrian haber cubierto la tierra con una capa toda de caliza de doscientos piés de potencia. Mucho falta para que la tierra descubierta tenga una capa semejante, comprendiendo en ella todas las clases de caliza. Lo repetimos, no damos importancia á estos cálculos, pero como se han hecho otros que dan resultados distintos, los hacemos para que se pueda juzgar no por números mas ó menos hábilmente agrupados, sino por los hechos naturales.

Si á las calizas producidas por los moluscos, añadimos la de los políperos, será imposible á todo ánimo recto, pensar en siglos infinitos. Recorriendo los archipiélagos de la Polinesia y de la Australia, apenas se puede andar una legua sin encontrar un banco ó isla de coral. Los bancos se elevan perpendicularmente del fondo de un mar que jamás ha podido tocar la son-

da, y las islas forman diferentes depósitos desde la roca batida por las olas, hasta el suelo fértil que cubren grandes árboles. «He visto, dice Dalrymphe en sus *Investigaciones sobre la formacion de las islas*, bancos de coral de toda especie; unos enteramente debajo del agua, á mas ó menos profundidad; otros dominando la superficie del mar, por la punta de algunas rocas. Varios empezando á tomar el aspecto de islas, pero aun sin la menor apariencia de vegetacion, he observado igualmente un gran número de ellos, cuyas cumbres se tapizaban ya de yerbas silvestres, y otros, en fin, en que crecian árboles soberbios, que presentaban una rica vegetacion, mientras que á la distancia de un tiro de pistola de la isla, no se hubiera podido encontrar el fondo del mar.

«El estrecho de Torres, está casi obstruido por islas semejantes, y otras cuya formacion está mas ó menos adelantada. Tiempo llegará en que la Nueva-Holanda, la Nueva-Guinea, y todos esos numerosos grupos de islotes y de rocas al Norte y al Nordeste, no formen mas que un solo é inmenso continente.»

«Reina, dice el capitan Flinders, á lo largo de la costa oriental de Nueva-Holanda una cadena de bancos de coral, entre los cuales buscamos por espacio de catorce dias, un paso para desembocar en alta mar, y anduvimos mas de 500 millas antes de encontrar uno.»

«En todas las alturas de Pulonias, isla vecina de Sumatra, dice el doctor Jack, se ven masas madrepóricas, que reposan inmediatamente sobre rocas de otra naturaleza, y todo demuestra que han sido formadas allí y no transportadas. En general han sufrido tan poca alteracion, que el naturalista distingue en ellas fácilmente las diferentes especies de corales y de madréporas de que estan compuestas. No puede dudarse de que esta isla, toda entera, ha formado parte del fondo del mar en otro tiempo. Es un fenómeno muy notable que una isla tan grande, cubierta de montañas, algunas de las cuales tienen nada menos que 3,000 piés de altura, haya experimentado tan pocas conmociones interiores por la accion de la potencia que la ha transportado al lugar que ocupa, que hayan quedado intactas producciones marinas muy frágiles. El estado de conservacion perfecta en que las vemos, demuestra que la época en que esta isla apareció sobre las olas no es de una antigüedad muy remota.

«Sin examinar si las islas de coral, tan numerosas en la Oceanía, son la cumbre de una montaña, cuya base se halla en el fondo de un mar de inmensa profundidad ó si han sido alzadas hasta encima de las olas por los fluidos volcánicos, nos basta por el momento saber, que los zoófitos que elaboran la materia caliza de que estan formadas, elevan muy rápidamente sus frágiles habitaciones, cuyos restos ocupan en un gran espesor, un espacio cuyos límites aun no se han señalado. El capitan King ha recorrido 700 millas costeando un arrecife de coral, cuyas raras interrupciones no eran de mas de 30 millas. Estos arrecifes, que se extienden desde la costa nordeste de la Australia, hasta Nueva-Guinea, exceden en longitud á las mayores cordilleras secundarias de Europa. Los geólogos reconoceran fácilmente que estas masas de zoófitos, mezcladas con arena caliza y restos de testáceos tan abundantes en los mares equinocciales entre la América y el Asia, tienen mucha analogía con la caliza oolítica de fecha mas antigua.»

«El Océano meridional contiene algunos miles de islas especialmente en el archipiélago indio, y alrededor de la Nueva-Holanda, que deben su orígen á diferentes tribus de pólipos, tales como las celéporas, los isis, las madréporas, las nuleporas y las tubiporas. Es increible la rapidez con que estos animales ejecutan sus trabajos; se encuentran en masas considerables en los lugares en que poco antes no se conocian, y se observa que la navegacion de los mares donde abundan estas especies de animales, se ha hecho cada dia mas difícil por el número infinito de arrecifes que se elevan en todas partes, y que formaran con el tiempo nuevos archipiélagos y quizá nuevos continentes. En el momento en que la cumbre del arrecife llega á flor de agua, y queda descubierto en la marea baja, los pólipos cesan de elevar su construccion.»

Todos estos hechos han sido confirmados por todos los navegantes; ahora bien, hace poco mas de doscientos años que la Nueva-Holanda y las demás islas son conocidas y exploradas. Asi en este corto espacio de tiempo, aquellos mares se han hecho cada vez mas difíciles de navegar, y no es en un corto espacio, puesto que estas islas se extienden á distancias de 500 y 700 millas, es decir, á 200 y algunas á 300 leguas, y exceden en longitud á las mayores cordilleras secundarias de Europa. Por otra parte, sabemos que á orillas del mar Rojo se cortan por lo vivo los corales para sacar pedazos para las construcciones, y que al cabo de una docena de años, los huecos que han dejado estas extracciones se han vuelto á llenar y pueden ser explotados de nuevo.

Para no exagerar, y tomando por el contrario la cifra mas modesta, supongamos solamente tres metros de profundidad al hueco llenado asi en diez años, y se podran sacar pedazos de tres metros cúbicos. Transportemos esta medida sobre las trescientas leguas de cordilleras madrepóricas de la Polinesia, y tendremos en dos mil años solamente montañas calizas de 600 metros ó de 1,800 á 2,000 piés de potencia, y esto en extensiones de 200 ó 300 leguas.

Si despues los mares en que se han formado estas cordilleras calizas, llegan á ser ocupados enteramente, ó son desalojados por las depresiones del suelo, ó por variarse en otra cuenca mas baja, ó por la accion de los volcanes submarinos, tendremos grandes extensiones de país que quedaran descubiertas con montañas y valles naturales que no han sido alzadas, sino que han salido de las aguas tales como son. Los agentes meteóricos redondearan en seguida estas montañas, que acabaran por tomar el aspecto definitivo de nuestras cordilleras secundarias. Algunos puntos solamente podran ser quebrados, otros conservaran su verticalidad escarpada, tal como se nota en los arrecifes que se producen hoy, y como se encuentra en ciertas localidades de los terrenos secundarios.

Reuniendo los productos calizos de los moluscos con los de las madréporas ó políperos de todas especies, se ve cuan poco tiempo ha sido necesario para acumular las diferentes calizas del suelo.

Reduciendo la cifra á lo mas corto, hemos visto que en dos mil años, los moluscos habrian podido fácilmente cubrir la tierra que se halla fuera de las aguas con una capa de caliza de 100 á 200 piés de potencia; pero falta mucho para que haya calizas en toda tierra descubierta, y hay que agregar arenas numerosas, arcillas, etc. Las calizas, como las demás sustancias minerales, no se hallan extendidas uniformemente en el suelo de los mares, sino que estan aumentadas en ciertos puntos, unas por transporte y otras por el trabajo de los pólipos. La acumulacion de la caliza de los moluscos, habrá dado pues, en ciertos puntos, masas de 600 piés de potencia, en otras de 2,000 mas ó menos, segun las localidades. Las calizas de los políperos habran producido á su vez masas análogas, parte en el sitio y parte por transporte.

Segun lo que hemos visto, los políperos producen muy probablemente mucha mas caliza aun que los moluscos. Admitamos, sin embargo, que no produzcan mas que una cantidad casi igual en el mismo tiempo; nos daran en dos mil años una segunda capa caliza en toda la tierra descubierta de 200 piés de espesor; unida á la de los moluscos, esta inmensa envoltura caliza tendrá 400 piés de potencia; si se la supone acumulada uniformemente sobre una tercera parte

de la tierra descubierta, y es mucho, esta masa caliza, que cubrirá la tercera parte de la tierra descubierta, tendrá 1,200 piés de potencia; pero como no hay uniformidad en esta acumulacion, podrá haber localidades en que la masa caliza no tendrá mas que 100, 300, 600 piés; en otras 1,000 piés, 1,800, 3,000 y aun mas de potencia.

Otro tanto puede decirse de la sílice producida por los animales, sea por los pólipos, sea por los infusorios, etc.

Reuniendo estos datos á los que poseemos, en corto número, y algo imperfectos, sobre la potencia de los terrenos en diferentes paises, véanse los resultados que se obtienen.

«En Inglaterra, Murchison asigna algunos miles de piés de espesor á los esquistos primarios mas antiguos, lo cual concuerda con la abundancia de los detritus y la rapidez de las formaciones en los primeros tiempos, cuando las montañas primitivas eran mas elevadas. Concede 6,300 piés á su serie del grauwacke superior, roca en el mismo caso que las anteriores; da 140 piés de potencia al antiguo gres rojo, y segun los demás geólogos ingleses, la caliza de montaña tendria de 600 á 900 piés de potencia, el terreno hullífero unos 1,960 piés; el gres rojo secundario, 500 piés; la caliza magnesiana, 300 piés; el trias, 300 piés; el sistema jurásico, 3,000 piés; el sistema cretáceo, 1,220 piés; y el suelo terciario, 698 piés, de los cuales 550 piés pertenecerian á su parte inferior.»

«En Alemania, segun Hoffman, la creta tendria mil setecientos piés de potencia; el sistema jurásico, dos mil cuatrocientos piés, á saber: de 300 á 700 piés para el muschelkalke, y mas de 700 para el keuper; el gres rojo y las hulleras, 2,590 piés. De manera que todo el suelo secundario adicionado formaria un espesor de 6,020 piés.

»En cuanto á la potencia de la formacion de la zona alpina y mediterránea, la de los sistemas cretáceos y jurásicos debe llegar á algunos millares de piés cada una, y el sol subapenino tiene mas espesor que el suelo parisien, y llega probablemente algunas veces á mas de 2,000 piés.»

Todos los hechos conocidos, sobre la potencia de los diversos terrenos, concuerdan, pues, con los resultados de los cálculos que hemos establecido sobre hechos positivos por una parte y los datos mas probables por otra. Sin embargo, no hemos calculado sino sobre dos mil años, aunque las formaciones geológicas se hayan continuado y se continúan sin interrupcion desde la creacion. Tomando, pues, por base de los cálculos, los siete ú ocho mil años transcurridos desde la creacion, es evidente que nos dan una latitud que no permite vacilar sobre la posibilidad de la formacion del suelo de terraplen, durante los tiempos históricos fijados por Moisés despues de la creacion.

CAPITULO XXI.

TIEMPOS GEOLÓGICOS.

Hasta aquí no hemos considerado los terrenos en su relacion con el tiempo necesario para su formacion, sino en sus elementos constitutivos y en la causa productora de estos elementos; pero hay otros datos que introducir en el problema.

Para las capas y terrenos formados en el sitio, como las rocas madrepóricas, la que hemos dicho resuelve el problema; pero hay algo que añadir para las capas y los terrenos formados por via de transparente.

Los materiales de estas formaciones por transporte son siempre calizas, arenas, arcillas ó margas que son una mezcla de tres clases de rocas. Nada tenemos que decir sobre su orígen y sus causas productoras; nos son conocidas por lo dicho anteriormente. Pero el transporte se ha verificado ó en el seno de los mares, ó bien por los rios de las tierras descubiertas hácia las cuencas marinas; los terrenos pelagianos de la creta, parecen pertenecer al primer modo; los terrenos de riberas, como ciertas calizas jurásicas, pertenecen en parte al segundo modo, ó mejor aun á la accion combinada de las aguas marinas y fluviátiles.

Ahora bien, para que hubiera habido transporte de materiales, era preciso que estos materiales existieran ya en el mar y en las tierras recorridas por los rios. En cuanto á los materiales procedentes directamente del mar, como la mayor parte de las calizas marinas, nada se opone á que sean transportados y depositados á medida que son producidos, y aun esto mismo es lo que los hechos nos prueban que se verifica todos los dias por las masas de conchas y de restos calizos que las olas amontonan en varios puntos de las riberas ó de las grandes bahías marinas.

La cuestion parece, pues, reducirse á los materiales transportados por los rios; ahora bien, á medida que las aguas de los mares se retiraban, por una causa ó por otra, es evidente que dejaban á los rios circuitos mas largos que recorrer, y por consiguiente todas las capas de riberas convertidas en continentes que debian ser surcados y transportados de nuevo al mar; la observacion geológica prueba, en efecto, que todos los terrenos secundarios no han dejado en el suelo mas que sus capas mas profundas y mas avanzadas en los mares; las capas superficiales y de riberas han sido removidas y vueltas al mar para formar terrenos terciarios. Pero ademas de estos materiales, los rios tenian los detritus continuos de las montañas primitivas y de los terrenos primarios ó de transicion que transportan al mar. Los mares mismos entregaban á sus corrientes los restos del desgaste de sus costas y de su fondo.

En todos los casos, cuanto mas lejos se retiraban los mares, mas abundantes se hacian los materiales de transporte que dejaban.

Las dislocaciones y los alzamientos, rompiendo el suelo ya formado, creando nuevas corrientes, debian asimismo aumentar considerablemente los materiales de transporte; á lo menos, es lo que parecen indicar muy claramente los inmensos conglomeratos que se encuentran alrededor de los puntos de dislocacion, y los cambios de direccion en las estratificaciones.

Ahora bien, recordemos lo que hemos dicho en otro lugar, de que en ciertas ocasiones, el Sena hace pasar por el Puente Real de París en veinticuatro horas 700 ú 800 metros cúbicos de materias sedimentosas, lo cual da, para la cuarta parte del año, tiempo medio de acarreo, 24,000 piés cúbicos de sedimento, y para dos mil años 480,000000 de piés cúbicos; que el Ganges acarrea al mar en una hora 4,500 piés cúbicos de sedimento, lo cual no contando mas que tres meses por año para el término medio de acarreo, da en dos mil años, 33.000,700 de piés cúbicos de sedimento próximamente. Si tal es la potencia de los sedimentos, hoy que casi todas las causas se hallan casi aniquiladas, ¿cuál seria cuando las que hemos indicado se hallaban en toda su actividad? Estas observaciones nos haran comprender mejor el resultado de las de Boué, en la cuestion presente.

«Los límites de una capa, dice este hábil observador, parecen indicar el tiempo que un líquido ha empleado para depositar las materias que tenia en suspension, y la línea de separacion de dos capas ha sido producida por la cesacion del depósito durante el tiempo necesario para disponer el líquido á nuevos depósitos; esto es por lo menos lo que indica la observacion.

»Si la capa está dividida en lechos ó en hojas, ¿no se podria considerar cada una de estas últimas como

el producto de una marea ó de un movimiento de las aguas, y ese espesor de algunas podria proceder de que son los depósitos de los mayores mares, es decir de la de los equinoccios? Esta hipótesis seria apoyada por la semejanza de las ondulaciones de la superficie de las capas con las producidas por las ondas sobre los fangos y las arenas de las riberas. Ademas, se han reconocido en ellas como en estas últimas, las huellas de pasos de animales acuáticos y terrestres.»

A estos hechos muy significativos, hay que añadir ademas que hasta en las margas y las arenas depositadas cada dia en nuestras riberas, se notan las hojas producidas por cada marea.

«Pero en el caso de las alternativas de rocas diferentes, ¿se pueden separar en grupos compuestos de dos ó tres especies de depósitos, y considerar con Jobert y Saigey, cada uno de estos últimos como el producto de un año? Las capas neptunianas se reducen á materias calizas, arcillosas y arenáceas; ahora bien, el depósito calizo es el único que puede verificarse siempre, puesto que el carbonato de cal puede ser disuelto por las aguas de la lluvia á favor del ácido carbónico, ó reducido á un gran estado de division ó bien llegar en las aguas por medio de los manantiales minerales, mientras que muchas veces no es mas que el resultado del trabajo de seres marinos, y esto explica el grande espesor de las masas calizas comparativamente á las otras capas estratificadas que no son en realidad mas que alternativas continuas de diversas materias.

»Por otra parte, las arcillas, las arenas y los guijarros exigen, para ser depositados por las aguas, que sean arrastrados por corrientes de agua tanto mas considerables y mas fuerte cuanto mas gruesas sean las materias.

»Ahora bien, siendo generalmente muy regulares las alternativas de caliza ó de marga, de arcilla ó de gres, esto indica una periodicidad en el depósito é impide creer que el líquido haya tenido en suspension todas estas materias al mismo tiempo. En este último caso, la pesantez recíproca de las sustancias habria determinado su precipitacion sucesiva, lo que la naturaleza de las alternativas demuestra no haber tenido lugar. El año parece el período natural mas largo que se pueda aplicar á la produccion de estas últimas; la arcilla, la arena y las piedras, no han podido llegar en abundancia al mar ó á los lagos de agua dulce, sino en la época de la crecida de las aguas fluviátiles en las estaciones tempestuosas del año.

»Como está probado por los fósiles que la temperatura de las zonas templadas y glaciales era en otro tiempo mas elevada y se acercaba á la de entre los trópicos, es probable que habia en aquella, poco mas ó menos como en el ecuador, una estacion bastante seca y una estacion de grandes lluvias; durante esta última seria cuando habria sido mayor la formacion de las rocas de transporte.

»Las erupciones han debido ir seguidas de acarreo, y los depósitos acuosos han debido aumentarse, lo cual parece que ha sucedido efectivamente, cuando se consideran las capas estratificadas que han debido suceder inmediatamente á las formaciones plutónicas.

»Ademas las elevaciones de las capas y los alzamientos de las cordilleras han producido grandes movimientos en las aguas tanto saladas como dulces, lo cual ha podido ocasionar destrucciones considerables y dar lugar á grandes depósitos de transporte. Este podia ser el orígen de la mayor parte de la pudingas y de los depósitos de cantos aun no agregados; ahora bien, se observa que realmente la formacion de las grandes hiladas de esta especie de roca ha seguido inmediatamente las épocas de grandes trastornos.

»En cuanto á las capas bastante gruesas de aglomerato que no aparecen mas que una ó dos veces en medio de una gran serie de otras masas, su orígen accidental podria buscarse en las inundaciones y trastornos mas parciales, asi como en estas irrupciones ígneas locales.

»Estos dos géneros de accidentes son en particular los que ofrecerán mayor dificultad para establecer en adelante una analogía de los depósitos de la costra del globo, por el número de sus capas. En todos casos, es de creer que este último objeto se alcanzará asi mas fácilmente que tomando por términos de comparacion los aluviones anuales de ciertos rios, ó las descomposiciones de algunas rocas. Con arreglo á los limos fluviátiles, varios sabios no han hecho mas que conjeturas muy diversas, lo cual manifiesta ya que este último dato no se presta muy bien á esta investigacion. En cuanto á las descomposiciones de las rocas, no pueden sino aproximadamente dar una idea del tiempo que ha sido necesario para producir cierta descomposicion; pero no nos dicen, ni pueden decirnos, en qué época geológica ha empezado esta accion, puesto que mil circunstancias, aun desde el fin de la época aluvial antigua, han podido desnudar una roca, quitarle su costra descompuesta ó por lo menos disminuirla varias veces. Por lo demás, hay descomposicion, asi como cierto aluvion y cierta tierra vegetal que puede datar en todo ó en parte de los tiempos geológicos mas antiguos, puesto que se han formado estos depósitos desde que ha habido un suelo descubierto; ahora bien, casi no tenemos medios de distinguir lo que es de una época de lo que pertenece á otra, y ciertos geólogos no deberian creer que el mundo entero está modelado sobre las divisiones y subdivisiones de terrenos de un corto espacio de nuestros continentes.

»Una serie de capas paralelas sobrepuestas unas á otras en *yacimiento concordante*, indican una continuidad en el depósito, si todas las capas forman parte de un solo terreno. Hallar en superposicion concordante todos los depósitos estratificados de la costra terrestre, seria verdaderamente tener ante sí el detalle de las operaciones de la naturaleza; ahora bien, esto en ninguna parte se verifica, porque diferentes materias de irrupcion y acciones ígneas han trastornado cada comarca en ciertas épocas. Es pues indispensable armonizar bien ó mal, diferentes series intactas de superposicion, observadas á grandes distancias.»

Sin embargo, hemos visto que las dislocaciones y trastornos no habian detenido los depósitos de la causa acuosa, sino que únicamente han desviado su direccion, ofreciéndoles materiales mas abundantes. El yacimiento discordante no indica, pues, precisamente una interrupcion en los depósitos de un mismo terreno, indica únicamente un cambio de direccion en la causa de los depósitos y una rapidez mayor de formacion; asi considerado, estos accidentes no pueden turbar sino muy poco la cronología de los terrenos de una misma localidad.

Asi, segun las consideraciones de Boué, fundadas en observaciones de valor y de autoridad, tenemos en las hojas de las capas mismas un cronómetro mucho mas seguro que todo lo que se ha propuesto; este cronómetro está basado en los hechos geológicos como en los hechos actuales; abraza todo el problema en sus dos hechos principales y continuos; los depósitos uniformes marinos y los depósitos alternativos de embocadura.

En primer lugar, en los depósitos marinos la serie de las hojas continuas, ya esten en estratificacion concordante ó discordante, da el número de las marcas que han depositado estas hojas, y por consiguiente el tiempo que ha exigido la formacion entera en una misma localidad. No entendemos aquí la manera diurna, que da dos flujos ó dos reflujos en veinte y cuatro

horas, sino la manera que hace subir las aguas del mar hasta cierto nivel durante varios dias y despues las vuelve ha hacer bajar; este doble movimiento arreglado por la luna, dura unos quince dias, y hay por consiguiente dos mareas por mes. Ahora bien, admitiendo que cada marea, en un mar en que se han formado depósitos, haya depositado una hoja ó una capa de dos pulgadas de espesor, y sucede con bastante frecuencia que los depósitos de una marea tengan varios metros de espesor en ciertos puntos, dos pulgadas por marea nos dan 4 piés por año, y en dos mil años, 8,000 piés de espesor, potencia que no alcanzan juntos todos los terrenos conocidos, pues todo el suelo secundario adicionado no da en Alemania mas que 6,000 piés.

Si se tomara solamente una pulgada por marea de quince dias, dos mil años darian 4,000 piés de potencia, y si se supusieran tres pulgadas por marea, lo cual no es raro, dos mil años darian á los terrenos asi formados 12,000 piés de espesor, potencia que en ninguna parte se conoce.

En el caso de dos depósitos de embocadura, ó de las alternativas de capas de agua dulce y marinas, el año parece á Boué el período mas largo que se les puede aplicar; los hechos geológicos, como las causas actuales, prueban en efecto, que no se puede extender mas allá de un año cada alternativa de dos capas, una fluviátil y otra marina; por consiguiente dos mil alternativas no pueden suponer mas de dos mil años de duracion á la formacion, y suponiendo por término medio 3 piés de potencia á cada capa alternativa, tenemos 6 piés para las dos capas de un año, y 12,000 piés tambien para los dos mil años. Pues bien, en ninguna parte del globo se conocen dos mil alternativas de capas marinas y fluviátiles, ni 12,000 piés de potencia en un mismo punto.

En cuanto á los efectos de la causa ígnea, á los trastornos y á las dislocaciones que ha podido producir, no pueden evidentemente ofrecer dificultad alguna para el tiempo, porque todos los hechos conocidos prueban, que los efectos de esta causa son instantáneos, y que pueden producirse á un mismo tiempo en muchos puntos, como en una escala muy extensa.

Hasta aquí no hemos considerado los terrenos sino en las causas productoras de sus materiales y en las causas de sus depósitos; ahora bien, debe introducirse en el problema del tiempo la ley del sincronismo, que ya hemos tratado de demostrar. Siempre ha habido sincronismo entre la causa ígnea y la causa acuosa, es decir, que estas dos causas han obrado simultáneamente y muchas veces en concurrencia en todas las épocas; hay sincronismo en las causas acuosas; las aguas marinas y las aguas dulces han obrado simultáneamente cada una por su parte, y han reunido sus esfuerzos en un gran número de puntos. Asi mientras los carbones se depositaban en ciertas bahías con esquistos y gres, alternativas marinas y fluviátiles se depositaban en otros puntos, se formaban capas de riberas en otras partes, mas allá se acumulaban calizas en el mar, y se formaban arrecifes madrepóricos, al mismo tiempo que la lavadura de los políperos y los restos de conchas formaban la creta en el centro del gran mar; de manera que las cinco grandes divisiones de los terrenos secundarios, deben ser consideradas como en gran parte contemporáneas y no como sucesivas; han podido tambien empezar á formarse en parte al mismo tiempo que los terrenos primarios ó de transicion, y acabarse mientras se operaban los primeros depósitos terciarios.

Pero mientras que todos estos fenómenos se verificaban en una cuenca, los mismos ú otros análogos se producian en otras varias. De manera que no se pueden reunir todas las series de las diferentes cuencas, como se hacia en las clasificaciones artificiales, para tener la duracion de los tiempos de formacion, sino que se deben contar paralelamente, y la cuenca mas completa en la serie de sus capas es la que debe dar una medida de tiempo que comprende todas las otras. Pues bien, en esta cuenca completa, no se pueden todavía reunir todas las capas, ni aun todos los terrenos, puesto que un gran número de capas pueden haber sido contemporáneas y el sincronismo puede haber existido aun entre una parte de dos terrenos diferentes; no se puede, pues, tomar como verdadera medida de tiempo mas que el número de las capas en superposicion completa, y la potencia absoluta de todo el espesor de las capas asi sobrepuestas en una misma cuenca, desde los terrenos primitivos hasta los terrenos mas recientes.

Esta ley del sincronismo, tan claramente comprendida, añade á nuestros cálculos de tiempo una nueva y gran probabilidad. En fin, las retiradas de los mares no han tenido lugar en todos los puntos á un mismo tiempo, sino que se han operado sucesivamente, y por consecuencia los terrenos terciarios y los aluviones se han depositado tambien sucesivamente á medida que los mares se retiraban; porque los depósitos terciarios son ó depósitos de golfos, ó depósitos de lagos, y los aluviones son ó los últimos acarreos del mar, ó depósitos de rios ó de inundaciones de lagos, etc.

En efecto, la opinion mas probable atribuye las retiradas del mar al descenso sucesivo y á la ocupacion del lecho de los mares, asi como á la ruptura de los diques que separaban cuencas superiores é inferiores; el mar Caspio y el mar Negro nos han ofrecido un ejemplo casi cierto del último caso.

Estas retiradas han sido, pues, mas ó menos súbitas; de ello tenemos una prueba directa por la que ha correspondido al fin del depósito de la creta blanca, depósito pelagiano, observado en una gran extension, y cubierto inmediatamente de depósitos de ribera ó de embocadura.

La inspeccion de los continentes prueba que las retiradas han sido muchas veces aceleradas por el plano mas ó menos vertical de los terrenos que separaban antiguas cuencas; estas son cuencas superiores que se han vaciado en cuencas inferiores.

De aquí se sigue que los terrenos terciarios y los aluviones mas antiguos, parece deben ser los que reposan sobre el suelo primitivo y los terrenos primarios; despues los que reposan sobre el trias, y los últimos serian los que reposan sobre la creta; pero como muchas causas han podido alterar este órden, se debe evitar el darle demasiada importancia, á no haber razones suficientes.

Las consideraciones que vamos á hacer sobre el conjunto de las cuencas conocidas, ilustraran algun tanto estas cuestiones, mostrándonos el órden evidente de la retirada de los mares y de las emigraciones de los seres en la superficie de la tierra.

La Siberia ó Rusia asiática está rodeada por todas partes de inmensas cordilleras de montañas primitivas; la gran cordillera de los Altais que la limita al Sur, la separa de la China; esta cordillera corre desde el Oeste hasta la extremidad Nordeste del Asia, bajo diferentes nombres; es granítica y arcillosa; se encuentran en ella algunas calizas, y presenta acá y allá rocas de erupcion ígnea. Al Sudoeste la cordillera de las Altais envia ramales á unirse á los montes Urales; estos atraviesan el país de los Kirguicios, despues suben hácia el polo Norte, casi en línea recta, separando la Rusia de Europa de la Siberia. Los montes Urales son muy poco elevados, y solo tres picos exceden en unos 50 metros al límite de las nieves.

La cordillera es de una gran anchura y cubre por todas partes un espacio de mas de 50 leguas; los pantanos cubren una gran parte de ella, y se prolon-

gan en algunos lugares hasta los bordes de rocas escarpadas. Estas vastas mesetas estan cubiertas de bosques de abundante vegetacion; las aguas claras son muy raras en ellas, porque los rios estan casi siempre coloreados por las materias vegetales descompuestas que los pantanos vierten en ellos continuamente.

La posicion geográfica de los montes Urales, como de los montes Altais, á una gran distancia de los mares y á una elevada latitud, esplica el por qué el volúmen de las aguas de los rios uralianos sobre todo no es proporcional á la longitud de su curso y á la superficie de su cuenca.

Los reservatorios de los manantiales se alimentan únicamente de las nieves derretidas en la primavera, y de las lluvias del estío; la estacion que equivale al otoño en aquellas comarcas, es ordinariamente muy seca, y en general, reuniendo todas las aguas meteóricas, su cantidad media no iguala á la de la lluvia que cae en la mayor parte de las regiones templadas.

Desde entonces, se comprende cómo los rios de Siberia no forman ya grandes aluviones desde hace mucho tiempo, mientras que antiguamente, cuando el centro de la China estaba cubierto por las aguas, el mar Caspio venia á batir al pié de los Urales y el mar del Norte cubria la Rusia de Europa y llegaba á toda la pendiente occidental de los montes Urales, debia suceder de otro modo. Los montes Urales tienen su pendiente muy poco marcada y casi imperceptible hácia el Occidente, y su costado rápido y escarpado, por el contrario hácia la parte de la Siberia. Todo conduce, pues, á creer que el mar nunca ha cubierto enteramente á la Siberia, sobre cuya vasta extension, no se encuentran en efecto mas que aluviones fluviátiles; estos aluviones, restos de los picos antiguos de los montes Urales y Altais, fueron producidos cuando los rios eran engruesados por la proximidad de los mares que venian á bañar á estas montañas por la parte opuesta á la Siberia, como acabamos de ver.

Un gran número de rios salen de los montes Urales y vienen á juntarse con el Irthych y el Oby. El Irthych sale del gran Altai, y se arroja en el Oby á 61° de latitud Norte y 66° de longitud Este. El Irthych forma muchas islas, varias de las cuales son mas visibles en estío, cuando las aguas estan bajas, que en la primera cuando estan altas. Varias de estas islas desaparecen y son reemplazadas por otras. El curso mismo de este rio cambia frecuentemente; tal sitio navegable no lo es ya, y tal otro que era un bajo fondo se vuelve navegable.

El Oby, uno de los mayores rios de la Siberia, toma igualmente su orígen en los Altais; recorre 694 leguas, recibe un gran número de rios, y va á desembocar en el Océano glacial ártico, formando un inmenso golfo, llamado golfo del Oby; en las orillas de este golfo se encuentra mucho ámbar.

La inmensa cuenca del Oby y del Ienissei, limitada al Oeste por los montes Urales y al Sur por los Altais, regada por el Irthych y el Oby al Oeste y por el Ienissei hácia el Este, comprende mas de una tercera parte de la Siberia.

El Ienissei, uno de los mayores rios del Asia, toma su orígen en los Altais y tiene su embocadura en el mar Glacial donde forma un golfo de cerca de cien leguas de largo; recibe un gran número de rios; su anchura cerca de la ciudad de Ienissei, es de 570 brazas en las aguas bajas, y de 795 en la primavera, cuando estan altas; su fondo es pedregoso y arenoso. En sus orillas se encuentran minas de carbon de piedra muy ricas.

Mas lejos, hácia el Este, el Lena, tercer rio grande de Siberia, paralelo al Tenissei y al Oby, toma su orígen en las cordilleras del Altai como ellos, y recorre unas 670 leguas para ir á desembocar en el mar Glacial; su lecho en una longitud bastante grande, está cercado por ambos lados de montañas elevadas cubiertas de pinos y de una rica vegetacion, ó bien estas montañas son estériles y estan desnudas. Mas lejos, las montañas se separan y dejan entre sí y el rio grandes llanuras que parecen ser llanuras fluviales.

Asi la Siberia esta regada por tres ó cuatro grandes rios que toman su orígen en la vertiente septentrional de la cordillera de los Altais, y de los cuales el uno, el Oby, recibe una multitud de afluentes de la vertiente oriental de los montes Urales. Ahora bien, la Siberia no presenta mas que terrenos primitivos y aluviones; unos y otros parecen debidos á los restos de las dos grandes cordilleras de montañas que forman como una gran isla de la Siberia; los carbones de piedra son tambien debidos á los mismos rios que han depositado los aluviones. Todo conduce, pues, á creer, que si la Siberia ha sido cubierta por las aguas marinas, fue uno de los primeros continentes de donde se retiraron los mares, y como su clima era mucho mas templado, á causa de los mares que venian á batir por fuera la falda de las montañas que la rodean al Oeste y al Sur, los elefantes y rinocerontes, que pudieron llegar en un principio á las mesetas, á los valles y alrededor de los lagos de los Altais y de los Urales, se encontraron arrastrados por los rios de la Siberia, á los aluviones que la cubren, y en ellos se les ha encontrado efectivamente en mayor cantidad y hasta la embocadura de estos rios en el mar Glacial, donde algunos individuos envueltos por el hielo se han conservado con su piel. Otros fósiles se han indicado en Siberia; estos son huesos de grandes carniceros: oso, gato, tigre, hiena, lobo; roedores del país; caballo, ciervo, buey y aun lama.

La vertiente occidental de los montes Urales da orígen á una cordillera colateral, compuesta en su mayor parte de grés esquistoso, formada sin duda de los restos de la cordillera principal. El mar que cubrió el Norte de la Rusia se retiró de ella muy pronto, puesto que no hay mas que un gran cinturon de terreno primario que sigue á lo largo de los montes Urales, vuelve al Norte, y desciende al Oeste, ensanchándose hasta el mar Báltico. La retirada de este mar tuvo por principal efecto cambiar el clima de las mesetas del Ural. Los elefantes, los rinocerontes y otras varias especies emigraron entonces hácia el Sur; algunos de los elefantes y rinocerontes parece que atravesaron el Norte de Rusia y fueron á perderse á las orillas del Báltico; pero en todos los casos, sus últimos restos fueron diseminados en los aluviones de la Rusia, donde son raros y en mucho menor número que en Siberia. Lo que apoya esta manera de ver, es que ni los elefantes ni los rinocerontes se han encontrado en toda la península noruega, ni en sus vertientes, mientras que se siguen sus huellas cada vez mas abundantes hasta las cordilleras de los Urales y de los Altais, que fueron evidentemente una de las primeras patrias de estos animales.

Muy posteriormente la retirada del mar Caspio, último resto del gran mar septentrional, dió lugar á los aluviones del Volga, que atravesaba al Noroeste los terrenos secundarios de la Rusia, y conducia asi amonitas fósiles que Pallas ha podido encontrar en aquella extensa meseta, que vierte al Caspio, con huesos de elefantes; el rio Ural y todos los rios que vierten al Mediodia de los montes Urales y al oeste de los Altais hácia el mar de Aral y el mar Caspio, llevaron á aquellos mismos aluviones los elefantes y los rinocerontes, que descendian cada vez mas hácia al Mediodia de los montes Urales y de los Altais, á medida que el clima los arrojaba para siempre, de las vertientes á la Siberia.

En el Mediodia del Asia, los montes Himalayas, cordillera la mas alta del globo, y que recorre unas seiscientas leguas de longitud, fue sin duda una de

las primeras habitadas por los animales; así se encuentran en los montes Sivalianos ó Sub-Himalayanos, los elefantes y los rinocerontes, con los carnívoros, algunos monos y varios de los animales que habitan todavía aquellas comarcas. Los Sub-Himalayas son por lo general suelo secundario con trozos de terreno terciario.

No conocemos bastante la geologia de la Alta Asia para detenernos mas en ella; pero lo poco que conocemos se agrega á la paleontologia, para conducirnos á reconocer que sus vastas mesetas primitivas, fueron con las que rodean la Siberia, descubiertas y habitadas desde su orígen.

Ahora tenemos que marchar, como lo hemos hecho en la teoría geológica, de allí á la Europa occidental.

Los montes Altais é Himalayas vienen á reunirse, con diferentes nombres al Oeste de la China, y desde allí, por una inmensa cordillera primitiva, cuyos pisos estan siempre cubiertos de nieve, esta cordillera corre en direccion recta al Oeste, separando el Turkestan, cuenca oriental del Caspio, del Kabul y de la Persia, y va á reunirse á los pendientes meri dionales del Cáucaso de que forma parte segun ciertos geógrafos.

Del Cáucaso parte la cordillera del Tauro, que recorre de Este á Oeste toda la Turquía de Asia; esta cordillera envia al Norte y al Sur un gran número de ramales, de los cuales unos vierten al mar Negro y otros al Mediterráneo; hemos visto que esta comarca habia estado en otro tiempo cubierta de lagos y de golfos terciarios sobre el suelo primitivo y de transicion que domina en todas las alturas. La gran arista Sud-oeste del continente asiático va á terminar á la montaña del Gigante que domina el canal de Constantinopla; los montes Stantohes ó Kutehuk-Balkan empiezan en las salinas de la costa de Europa. Ahora bien, todo nos ha probado que el mar de Mármara y su canal al mar Negro no eran mas que el resultado de una dislocacion del suelo que precipitó el mar Negro en el Mediterráneo, probablemente hácia los primeros tiempos históricos de la Grecia. La misma catástrofe separó, pues, las montañas del Asia de las montañas europeas que empiezan aquí por las cordilleras del Balkan.

Así la emigracion de los animales terrestres ha podido verificarse desde el orígen, por las mesetas de las extensas cordilleras primitivas que acabamos de indicar, partiendo del Asia central hasta las cordilleras del Balkan, puertas de las emigraciones europeas; mas adelante veremos si no ha habido emigraciones por otro lado.

La cordillera del Balkan comienza, pues, en el Bósforo ó canal de Constantinopla por un ramal; pero por la cordillera principal empieza en el cabo Emineh sobre el mar Negro; corre del Este al Oeste, y va á unirse á los Altos Alpes por los montes Dináricos. Por la parte al Norte, el Balkan envia un ramal á los montes Carpacios; esta gran cordillera de montañas ofrece una longitud constante de 160 leguas; todas las montañas Helénicas son ramas del Balkan; los montes Hemus, Rhodope, Ossa, Pelion y todas las montañas Helénicas de los antiguos, son ramales meridionales del Balkan.

La cordillera del Balkan fija la línea de division de las aguas que se vierten al Norte en el Danubio inferior, al Este en el mar Negro, al Sur en el mar de Mármara, en el Archipiélago griego, y el Mediterráneo, y al Oeste en este último y en el Adriático. El Balkan, separando en gran parte la Romelia de la Servia y de la Bosnia; ciñe, por la mas occidental de us ramas, la península de Grecia; un poco mas hácia el Oeste, y á la parte del Norte, forma el cauce del Danubio, y se une así por este último ramal á los Carpacios, cuya extremidad oriental va á parar á la orilla izquierda de este rio. Las regiones superiores del Balkan presentan muchas cimas cónicas cubiertas casi siempre de nieve y de hielo; debajo de las pendientes, hoy áridas y desiertas, se ven árboles esparcidos formar insensiblemente bosques extensos que cubren casi todas las ramas del Balkan, hasta sus cumbres, sobre todo en la Servia y la Bulgaria.

La cuenca del Danubio, vertiente septentrional de los Balkanes, oriental y meridional de los Carparios, es un suelo terciario rodeado de un cinturon secundario; este reposa sobre los piés de cordilleras de rocas primitivas, cuyos indicios de erupciones hacen sospechar que aquella cuenca debió quedar en seco muy pronto. Ahora bien, esta inmensa cuenca que se extiende hasta el mar de Azof, ha presentado en casi todos sus puntos huesos de elefante; las osamentas de rinoceronte no se han presentado sino rara vez en el valle del Danubio, y bastante lejos de la embocadura de este rio, con huesos de oso, de zorra, de marta y de caballo; se citan en él así como del Volga. Pero en cambio se han encontrado lamantinos en la orilla izquierda del Danubio á mas de 200 leguas de la embocadura, lo cual podria hacer creer que el mar Negro pudo formar un brazo que subia bastante arriba, aun despues que el suelo secundario fue descubierto.

La cordillera de los Carpacios sigue, pues, á la de los Balkanes, á la cual se une en Servia; esta cordillera ocupa todo el Sur de la Galitzia, que separa de la Hungría. Siguiendo la direccion de estas montañas, se ve que trazan una línea de demarcacion entre la Hungría y la Baja Austria, mientras que separan despues la primera de estas provincias de la Moravia, y mas lejos de la Silesia y la Galitzia, etc. La cordillera de los Carpacios tiene unas 200 leguas de largo, y toda la enorme masa de sus cimas no se compone sino de rocas y de granito.

Otro ramal se adelanta al Noroeste entre la Moravia y la Silesia, prosiguiéndose entre esta al Norte, y la Bohemia al Mediodía, y viniendo á unirse á las montañas del Harz que separan la Bohemia de la Sajonia. Todas estas montañas que rodean la Bohemia, y que hacen de ella como una cuenca casi redonda, son graníticas, como los Carpacios de que son una continuacion. Todas estas cordilleras de montañas, tienen á sus piés terrenos secundarios, y en sus costados capas primarias ó de transicion; el suelo de la Bohemia está compuesto sobre todo de este último terreno, y del terreno secundario.

El terreno terciario no se presenta mas que en la cuenca del Danubio que corre al Mediodía de estas montañas hácia el mar Negro; se presenta todavía al Norte, en las cuencas del Oder y del Vístula, vertientes de estas montañas al mar Báltico, y despues en las del Elba, y del Veser que vierten al mar del Norte.

Ahora bien, en las vertientes de los Carpacios al mar Báltico, se ha encontrado ya en Polonia, ya en Prusia, cierto número de restos esparcidos de elefantes. Pero en el diluvion de las cavernas de Alemania, de Koistritz y de Politz, se han encontrado huesos de *felis spelœa*; de hiena, en las de Baumann, y de Sundwig.

En Franconia, en la caverna de Gaylenreuth, abierta al pié de las montañas secundarias y aun de transicion, en la vertiente Sudoeste de los Carpacios, de las montañas del Palatinado y del Hartz, se ha encontrado un gran número de osamentas de oso, de *felis spelœa*, y algunas de *felis parda antiqua*, osamentas de lobo, de zorra, de perro, muchas de hienas, y algunas de rinoceronte.

En el Wurtemberg, en Canstad, á una legua Nordeste, se han encontrado masas de osamentas de elefantes, de rinocerontes, de carniceros, de roedores, de herbívoros y aun osamentas humanas con pedazos de carbon y de barro. En Gmund se han encontrado igualmente osos; en Untertuckeim hienas.

En Hánover, en la vertiente de las montañas y bosques del Hartz, hácia el Elba y el Vaser, al mar del Norte, desde los piés del Hartz hasta el mar, se encuentra un número bastante grande de osamentas y aun esqueletos enteros de elefantes, huesos de rinocerontes, de osos, etc.

Llegamos, pues, así, desde el Asia central hasta las extremidades occidentales del Hartz por una serie no interrumpida de montañas primitivas, de terrenos primario y secundario poco complicados, y con algunos pedazos de terrenos terciarios poco voluminosos; todo conduce pues á creer, que el mar se retiraba hácia las partes occidentales, donde encontramos en efecto, la mayor potencia de los terrenos secundarios, y terciarios, y á medida que se retiraba, los aluviones descendiendo de las mesetas de las montañas que acabamos de recorrer, arrastraban á los animales que encontramos en ellas.

Al presente tenemos que seguir otra línea, que parte igualmente de los Balkanes en Sophia, y se avanza hácia el Oeste para formar el sistema de los Alpes. Este sistema se une á los Carpacios, á los Sudetes, y al Hartz, al Norte; á las montañas Helénicas y á los Apeninos, al Mediodía; y se continúa en los Vosges y en las Ardenas. La longitud de los Alpes es de 12° de longitud, y su anchura de 2° á 4° de latitud. Atraviesan las partes meridionales del Austria, de la Suabia y de la Baviera; en Alemania la Esclavonia, en Croacia la Estiria, la Carniola, la Carintia, el Salzburgo, el Tirol; en Italia los Estados venecianos, la Lombardía, una gran parte del Piamonte, toda la Saboya, toda la Suiza; en Francia, el Delfinado y la Provenza, corriendo hácia los Pirineos. La mayor parte de estas montañas es primitiva, principalmente la cordillera que corre desde los Carpacios hasta la Cerdeña; lo mismo sucede con todas las principales alturas. Los terrenos secundarios se presentan en otras partes, y el terreno terciario no se encuentra mas que en los valles y en el sistema sub-apenino.

Recorriendo las vertientes de los Alpes hácia el mar Adriático, encontramos la Carniola, y sus célebres cavernas; en Adelsberg se han encontrado en las minas de hierro de Kropp osamentos de osos. En seguida sobre las dos vertientes septentrionales y meridional de los Alpes, se han encontrado osamentas de elefantes, de carnívoros y de herbívoros.

La vertiente meridional á los Apeninos y al mar Adriático, se ha presentado especialmente muy rica en fósiles. Los Apeninos son casi todos esquistosos y calizos; las conchas estan en ellos casi todas dispuestas por familias como se encuentran en los mares; la mayor parte parece que han sido abandonadas por una retirada tranquila de las aguas; los Apeninos parece, pues, que han estado en parte cubiertos por las aguas del Adriático y del Mediterráneo.

En Italia, tenemos dos vertientes principales, la de los Alpes al Adriático por el gran valle del Po, y la de los Apeninos al Mediterráneo por el valle del Arno.

El inmenso valle del Po, desde los Alpes hasta el Adriático, y sobre todo sus afluentes numerosos, que vienen de los Apeninos y de los Alpes del Tirol, han presentado una cantidad bastante grande de osamentas fósiles de elefantes, en el Piamonte y en Lombardía; el golfo del Po ha presentado tambien lamantinos á mas de 100 leguas de su embocadura, paleoterios y otros muchos animales; la vertiente de los Apeninos al Adriático, ha presentado tambien cierto número de elefantes. Pero sobre todo en la vertiente de los Alpes y de los Apeninos, en sus enormes aluviones del valle del Arno, y especialmente en las partes superiores, es donde se ha encontrado el mayor número de osamentas fósiles de elefantes, y esto con huesos de hipopótamos en mayor abundancia todavía, de rinoceronte, de caballo, de tapir, de ciervo, de buey, de castor, de casi todos los géneros de carniceros, oso, *felis spelœa*, *F. pardus*, *F. megantereon*, *F. cultridens*, *F. lynx*; lobo, zorra, chacal, hiena. No hablamos de los valles secundarios del Chiana, del Tiber, etc., donde igualmente se han encontrado fósiles semejantes.

El valle del Ródano es otra vertiente de los Alpes al Mediterráneo; este rio toma su orígen en los Alpes suizos cerca de San Gotardo; atraviesa el Valés, el lago de Ginebra, entra en Francia poco mas abajo de esta ciudad, corre al Sur, vuelve en seguida al Norte, se dirige al Oeste, y corre despues constantemente al Sur hasta desembocar en el golfo de Lyon. Encajonado entre montañas en una gran parte de su curso, recibe en Lyon al Saona que toma su orígen en los Vosges. Ahora bien, se han encontrado osamentas de elefantes en el Ródano superior, en el Ródano inferior, en las dos orillas derecha é izquierda; tambien se han presentado lamantinos en el golfo de Lyon, desde Montpellier hasta Beaucaire, en la orilla derecha del Ródano; este mismo valle del Ródano ha presentado osamentas de paleoterio, etc.

El valle del Ródano está limitado por las Cévenas, que forman parte de la meseta central de Francia, á la cual llegaremos pronto.

Pero primero tenemos que seguir la cordillera de los Alpes en la de los Vosges, etc. Esta última empieza hácia las fronteras de la Champaña, del Franco-Condado y de la Lorena; los Vosges, prolongacion de los Alpes, se unen al Jura no lejos de Befort. Se dirigen del Este al Oeste, en un espacio de mas de 25 leguas, cambian de direccion hácia Befort, y forman una cordillera casi paralela al curso del Rhin y á las montañas Negras, que por la parte de Alemania limitan este rio hasta las cercanías de Maguncia, donde terminan por un grupo de montañas designadas con el nombre de *Monte Trueno*. En el Balon de Alsacia, una rama de esta cordillera se dirige hácia el Oeste, y atraviesa los departamentos de los Vosges y del Alto-Marne, donde se une á las montañas secundarias que cubren el departamento de la costa de Oro, y se reune á la cordillera de las Cévenas. Esta rama se bifurca en las cercanías de Bourbonne, y forma un ramal que inclinándose al Nor-Nor-Oeste, se dirige hácia las Ardenas, que son como la terminacion de los Vosges. Segun Dolomieu, las materias que componen los Vosges, los colocan en el órden de las materias primitivas mas caracterizadas. Se presume que antiguamente los Vosges formaban los diques de un lago inmenso, cuya extremidad estaba en Bingen, donde el Rhin parece haberse abierto un paso para llegar al mar. Se encuentran cantos hasta en la cumbre de los Vosges.

Un gran número de rios y de arroyos, toman su orígen en aquellas montañas; el Meurthe, el Mosela y el Mosa, bajan de la vertiente septentrional, forman los principales afluentes de la izquierda del Rhin, y van á llevar por medio de este rio, el tributo de sus aguas al Océano. El Saona es el único rio considerable que ofrece la vertiente meridional; forma uno de los principales afluentes del Ródano, cuyo curso hemos seguido anteriormente.

El Rhin toma su orígen en la parte central y mas elevada de la Suiza, en las neveras de los Alpes de los Grisones; despues de haber recibido los rios de los Vosges por la izquierda, y otros muchos afluentes por la derecha, va á desaguar por varias embocaduras en el mar del Norte y en el Zuiderzee. Toda esta gran vertiente de los Alpes, de los Vosges y de las Ardenas al mar del Norte, es sumamente rica en fósiles. Por lo demás es una de las últimas cuencas que han salido de las aguas; se encuentra en ella una gran parte de la serie de los terrenos, y los fósiles mamíferos empiezan á manifestarse desde el terreno terciario, pero sobre todo en el diluvion de las cavernas.

En Westfalia, hácia el Rhin, se han encontrado osos.

En el terreno terciario medio de Eppelsheim, vertiente á la ribera derecha del Rhin, se han encontrado entre los osos pequeños el *amphicyon minor*, entre los gatos *felis leo*, *F. spelœa*, *F. cultridens*, *canis* y lamantinos, un gran número de osamentas de elefantes, en todo el valle del Rhin, en sus dos riberas y de todos sus afluentes, tambien se han encontrado rinocerontes y auracs, despues paleoterios; en la molasa de Zurich en Suiza, se han encontrado tambien lamantinos en Eppelsheim, y zorras en los esquistos margosos de Œningen.

En Bélgica en las cavernas de las cercanías de Lieja, Goffontaine y Chokier, abiertos bajo la vertiente de las Ardenas, hácia el Mosa, se han encontrado osos, tejones, comadrejas, *felis spelœa*, *F. leo*, *F. pardus*, *F. catus*, bastante abundantes; lobos, zorras, perros, hienas, rinocerontes; se han encontrado tambien dientes molares de elefantes en las cavernas de las cercanías de Lieja, tres en la caverna de Chokier, seis en otra; una lámina en la de Goffontaine, dos en la de Engis, al lado de un cráneo de hombre jóven.

Llegamos á las montañas del Jura, que son una continuacion de los Alpes y de los Vosges; sus cumbres mas elevadas estan á la parte de la Suiza y de los Alpes; al contrario, por la parte del Franco-Condado, esta cordillera forma varias ramificaciones paralelas que disminuyen gradualmente de altura, y acaban por confundirse con las llanuras de Borgoña; todo conduce, pues, á creer que formaban, con las puntas mas accidentales de los Alpes, las antiguas riberas del mar secundario, y que han sido, con las llanuras que se extienden á sus piés hácia el centro de la cuenca parisien, los paises habitados por los animales, cuyos restos encontramos hasta en el suelo terciario parisien.

En primer lugar en las cavernas abiertas en el suelo jurásico, en el Franco-Condado, en Echotz, Orselles, Fouvent, en la vertiente de los bosques y de las pendientes del Jura hácia el Daubs, al Mediodia, se han encontrado huesos de osos, de comadrejas, de gatos, de hienas; en la de Contard, á un cuarto de legua de Plombieres-les-Dijon, huesos de *felis spelœa*, de hiena y de rinocerontes.

Los valles de los diferentes rios de la cuenca parisiense, han presentado diferentes osamentas.

El valle de la Somme ha ofrecido huesos de *felis spelœa*, de rinoceronte, de elefante, de caballo, de buey, de ciervo.

El valle del Sena y de sus afluentes, vertiente de las montañas de la Borgoña y de las Ardenas hácia París y la Mancha, ha presentado hasta hoy cierto número de fragmentos de osamentas fósiles.

En la Fere, en un gres terciario en contacto inmediato con la creta, se han encontrado osamentas de osos pequeños, *palœocyon*, con huesos de tortugas de agua dulce, cirenes, etc.

El *felis spelœa* con dientes de caballo, se ha encontrado en los aluviones del Sena á 20 piés de profundidad.

Se encuentran rinocerontes y elefantes en toda la cuenca del Sena y de sus afluentes; paleoterios en los yesos y calizas medias de esta cuenca, con carniceros y rinocerontes.

Al Oeste de la cuenca de París y de la Bélgica, se halla la cuenca del Támesis, y el suelo terciario y diluviano de Inglaterra; unidas al continente hácia el fin del mar secundario, las islas Británicas fueron pobladas entónces por los animales cuyos restos encontramos; las montañas primarias del Oeste les ofrecieron una habitacion, y asi encontramos en las cavernas de Kirkdale, Preston, Kent, etc., hácia algunos valles pequeños de desnudacion, osos, comadrejas, *felis spelœa*, *F. cultridens*, *F. catus*, lobo, zorra, perro, hienas, rinocerontes. La caliza marina del Langüedoc, ha presentado tambien el *felis pardus*.

En los últimos terrenos terciarios de esta misma vertiente, se han encontrado tambien paleoterios, mastodontes, etc.

En fin, la gran cuenca del Garona, comprendida entre las Cévenas, el Océano y los Pirineos, se ha mostrado muy rica en fósiles, principalmente en el depósito de Sansan, vertiente de los Pirineos y de las Cévenas; allí en un terreno terciario de agua dulce, se han encontrado osos, *amphicyon major* y *minor*, comadrejas, viverras, *felis palmidens*, *quadridentatu* y *pardus*; *canis*, rinocerontes, paleoterios, cerdos, rumiantes, etc.

El valle del Garona desde Blaye sobre la ribera derecha, y sobre la izquierda hasta Dax, en la cuenca del Adour, ha presentado lamantinos, y despues elefantes mastodontes.

Los elefantes se han encontrado tambien al otro lado de los Pirineos, en la península española, y parece que aquí como en la cuenca del Garona, los mastodontes dominan sobre los elefantes lamelidontes.

Siendo tambien los mastodontes lós que dominan en la América del Norte, ¿no podria esto servir de prueba de la situacion de la antigua Atlántide entre la América y el Occidente de la Africa y de la España? En este caso aquellos animales partiendo del centro asiático por la Siberia oriental, habrian penetrado en América por el istmo, convertido hoy en estrecho de Bhering, y de la América se habrian extendido por la Atlántide; de aquí sobre las cordilleras del Atlas á España por el istmo que hoy es estrecho de Gibraltar; tambien habrian podido venir por el Norte de Africa, y pasar por dicho istmo á los Pirineos; la semejanza de los fósiles de América con los de la cuenca Sud-oeste de Francia, en la cual predominan los elefantes mastodontes, mientras que los lamelidontes se hallan en todas las demás partes de la Europa y el Asia, es un hecho grave; este hecho unido á los otros datos geológicos, y á las tradiciones de los pueblos sobre la existencia y la desaparicion de la Atlántide, puede confirmar la opinion de los mas graves geólogos que han colocado la Atlántide en la América y el Africa occidental y la España.

En resúmen, pues, los fósiles mamíferos empiezan á presentarse en las capas superiores de la creta, caliza pisolítica de Meudon, cerca de París, en las hiladas inferiores del terreno terciario, arcillas de Soissons y crag de Londres. Continúan en los terrenos terciarios medios, y se hacen cada vez mas abundantes en los terciarios superiores, en los aluviones libres de las cavernas. En las cuencas de los grandes rios y bajo las vertientes de las grandes cordilleras de montañas, se encuentran diseminados ó asociados, desde las colinas y pendientes de estas grandes cordilleras, hasta el fondo de las cuencas á donde van á terminar estas pendientes. Es, pues, evidente, que estos animales habitaban los bosques y las mesetas elevadas de aquellas cordilleras, y que no han perecido sino lenta y naturalmente sin catástrofe alguna general.

La gran potencia de los terrenos neptunianos aumentándose y complicándose mas y mas, á medida que se avanza desde las comarcas orientales hácia las cuencas occidentales, y de las comarcas polares hácia las cuencas mas inmediatas al ecuador, prueba que la retirada de los mares se ha hecho del Oriente al Occidente en Europa, por lo menos, y en una gran porcion del Asia, y despues desde las comarcas polares hácia el ecuador.

La diseminacion de los fósiles en la superficie del globo, viene á confirmar esta gran conclusion; los vemos partir de las mesetas elevadas del Asia central é irradiar en todos sentidos por el Norte hácia Siberia,

y despues á Rusia por los montes Urales; luego volver á bajar hácia el mar Caspio y el mar Negro; el radio occidental se adelanta por las cordilleras del Cáucaso, del Tauro y de los Balkanes, arrojando á derecha é izquierda en las cuencas del Danubio y en las del Adriático, los restos de sus habitantes y especialmente de los elefantes lamelidontes, de los rinocerontes y de los diversos carniceros. Este radio se continúa por los Carpacios, el Hartz, que arrojan sobre sus dos vertientes, los mismos fósiles, hácia el mar Báltico y el mar del Norte por una parte, y en los valles de los grandes rios por la otra. Mas al Mediodia, los Alpes, siguiendo igualmente á los Balkanes, arrojan aun sobre todas sus vertientes los mismos fósiles, y estos dos grandes radios se continúan en la extremidad occidental de Europa, en Francia y en Inglaterra, que presentan los terrenos neptunianos mas extensos y mas numerosos, al mismo tiempo que los niveles mas rebajados.

Del Asia central parte otro radio que se adelante al Mediodía, y que empieza á presentar las huellas de sus habitantes en los Sub-Himalayas; este radio debe continuarse y se continúa, en efecto, por el suelo primitivo hasta el Africa; pero no conocemos bastante su fauna fósil para poder hablar de ella.

Finalmente, un cuarto radio se adelanta siempre desde el Asia central hácia el Este, penetra en América, y podia antiguamente unir la América al Africa por la Atlántide que venia á terminar en las cordilleras del Atlas y en las de los Pirineos españoles. En todo este vasto trayecto, por lo menos en lo que está descubierto, es decir, en América y en las cuencas subpirineanas en España ó Francia, dominan poco mas ó menos los mismos fósiles, los elefantes mastodontes, mientras que los lamelidontes dominan en los otros radios.

Todo concurre, pues, á probar, que el gran mar primitivo ó secundario, como se le quiera llamar, se ha retirado sucesivamente del Oriente al Occidente por una parte, y del Norte al Sur por otra, en Europa, y que la tierra ha sido habitada á medida que salia de debajo de las aguas.

¿Pero cuanto tiempo ha exigido esta gran retirada del extenso mar primitivo?

Solo la potencia de los terrenos y el número de hiladas de cada terreno pueden como lo ha consignado Boué y otros geólogos, dar una medida aproximada. Ahora bien, hemos probado que no se habian necesitado mas de mil años para formar la sucesion de los terrenos mas complicados y mas extensos.

Hemos demostrado ademas por el sincronismo, que los diferentes terrenos se habian formado simultáneamente en todos los puntos del globo en que se encuentran; de este modo la duracion de la formacion total habrá sido tanto mas larga, cuanto mas tarde se haya retirado el mar. Pero despues de la retirada de los mares, habrán quedado los lagos, en los cuales se han depositado los terrenos mas recientes; despues hácia el fin no quedaba ya del gran mar, mas que los golfos, en los cuales se han depositado los terrenos terciarios, mientras que todo el suelo secundario estaba habitado alrededor de estos golfos. Ahora bien, este suelo terciario se ha formado tanto mas rápidamente en el principio, cuanto que los grandes rios tenian á su disposicion todas las capas de ribera del suelo secundario.

No han necesitado, pues, un tiempo muy largo para acabar sus depósitos que se han retardado cuando los grandes rios han socavado los valles y formado su lecho. En este caso podemos asegurar, que la mayor parte de los terrenos terciarios han podido formarse desde la época del diluvio mosáico, y acabar hácia los primeros tiempos históricos de cada país, desde cuyo tiempo ya no se habrian formado mas que terrenos de aluvion, ya en cavernas, ya libremente; en estos terrenos se encuentran en efecto los últimos restos de los animales perdidos con las huellas del hombre que los ha hecho desaparecer en gran parte, á medida que él se ha multiplicado y ha extendido su imperio destructor por los grandes bosques y corrientes de agua; esto quedará confirmado por la última cuestion que tenemos que tratar ó sean las relaciones de la especie humana con los fósiles de los diferentes terrenos.

CAPITULO XXII.

RELACIONES DEL HOMBRE CON LOS FÓSILES Y LOS TERRENOS DIVERSOS.

Hemos manifestado la posibilidad de la formacion del suelo de terraplen en los tiempos fijados por la cronologia mosáica; el estudio de la especie humana en sus relaciones con los fósiles y con los terrenos diversos, hará que esta posibilidad pase á realidad, y que una probabilidad se convierta en certidumbre.

Hemos dicho en otro lugar, que existe cierto número de fósiles humanos; que estos restos de nuestra especie se hallan asociados con los de las especies animales perdidas, y aun vivas, y que por consiguiente la especie humana ha habitado los paises donde se encuentran sus restos fósiles, al mismo tiempo que las especies animales con que estan asociados. Ahora bien, la conclusion positiva de todas las cronologías no hace remontar la existencia de la humanidad á mas de 2 ó 3 mil años antes de Jesucristo. Solo la cronologia mosaica es la que remonta un poco mas lejos la creacion del hombre.

Veamos si la geologia paleontológica puede enseñarnos algo en este punto.

La geologia asiática y africana no es conocida sino en grande; nada puede decirnos sobre los fósiles humanos; quizá hablará mas claramente cuando haya sido estudiada.

Pero en cuanto salimos del Asia para entrar en Europa, los fósiles humanos nos aparecen con los de los animales perdidos y vivos.

Se han encontrado cráneos humanos á diferentes alturas en el valle del Danubio, vertiente de los Balkanes y de los Carpacios; por consiguiente, en las mismas circunstancias que los animales que hemos encontrado en esta línea occidental de habitacion primitiva.

Diferentes partes de la Alemania, en las vertientes de los Carpacios y del Hartz, han presentado fósiles humanos semejantes.

Entre Messen y Dresde se han encontrado osamentas humanas con animales perdidos.

Otras se han encontrado en la superficie superior de la formacion yesosa, con el gallo doméstico, animal conocido muy modernamente, puesto que Hesiodo y Homero no hablan de él.

En las cavernas de Kostritz, se han encontrado osamentas humanas con especies perdidas á diferentes profundidades; han sido pues arrastradas sucesivamente como las de los animales: el hombre habitaba pues aquel país al mismo tiempo que los animales perdidos.

En el país de Baden, se han encontrado osamentas y cráneos humanos á diferentes alturas con restos de especies perdidas y de especies vivas.

Las brechas de la Sajonia han presentado osamentas humanas acompañadas de rinocerontes y de conchas de agua dulce.

Diferentes obras de arte y restos de buques, se han encontrado en las capas de marga y de arena de marina, cerca de Estocolmo en Suecia, por consiguiente el país estaba habitado, y la navegacion en uso cuando se formaron aquellas capas.

En las dos orillas del Mosa, en las del Vesdre, y en todas las cavernas de Bélgica, se han encontrado osa-

mentas humanas con osos, rinocerontes, elefantes y otros animales perdidos y vivos.

Algunas cavernas de Inglaterra han presentado tambien fósiles humanos asociados á osamentas de elefantes, rinocerontes, etc; y acompañados de objetos de barro, de agujas de hueso, de hachas y cuchillos de piedra; ahora bien, estos últimos objetos son las armas bien conocidas de los antiguos pueblos celtas y gaulas.

Asi, desde la punta oriental de los Balkanes y de los Carpacios, hasta las vertientes occidentales del Hartz, de los Vosges y de las Ardenas, y hasta Inglaterra, los fósiles humanos se encuentran en las mismas circunstancias que los animales; la especie humana ha seguido, pues, la misma línea de habitacion que estos últimos. Pero como las osamentas de animales se presentan desde las capas superiores de la creta en todos los terrenos terciarios hasta los aluviones libres, y en los de las cavernas, mientras que los fósiles humanos no se presentan sino en las cavernas y las capas mas superficiales de los aluviones libres, es evidente que la especie humana no ha venido sino detrás de los animales y mas ó menos tiempo despues de ellos, siendo ella quien los ha hecho desaparecer.

Si seguimos ahora la línea de los Alpes y de los Apeninos, encontramos fragmentos de escultura, de vidriado, restos de construcciones, en los estratos marinos, en Puzzola cerca de Nápoles; estas circunstancias tienden á probar, que dichos terrenos no han sido depositados sino en los tiempos en que las artes empezaban ya á florecer en la Grecia Magna.

La línea de los Alpes-Delfineses, de los Vosges y del Jura meridional, y las vertientes de las Cévenas, han ofrecido igualmente osamentas humanas en las mismas condiciones que los huesos de animales de especies perdidas y vivas.

Todas las cavernas de Rize, cerca de Narbona, la de Salle-las-Cabardes, de Miollet, de Poudre, de Sommieres, de Sauvignargues, contenian osamentas humanas con restos de la industria, mezclados con huesos de diferentes animales. En la de Miollet se ha encontrado una estátua romana y seis brazaletes de cobre. No puede dudarse, pues, que estas cavernas hayan sido en parte llenas, despues de la ocupacion de las Galias, por los romanos, por consiguiente hace unos 2,000 años, y como hay animales perdidos en estas cavernas, debe deducirse que existian aun en parte en aquella época; y si se agrega este hecho á la gran destruccion de animales de todas las clases que los juegos y los circos romanos consumieron en los primeros siglos del cristianismo, será difícil no ver en ella una de las principales causas de la desaparicion de varias especies y del principio de la escasez de las otras, puesto que en menos de 500 años perecieron cerca de treinta mil animales en los juegos romanos, y se iba hasta la Gran Bretaña á buscar los osos de la Caledonia que se reputaban como los mas feroces.

Asi el diluvion de las cavernas se hallaba aun en formacion en los primeros siglos de nuestra era, y un gran número de hechos prueba, que el Mediterráneo y el Océano se avanzaban en las tierras mucho mas que hoy; todo el mundo sabe, que Aigues-Mortes, puerto en que se embarcó San Luis, hace unos 500 años, está ahora á cerca de 2 leguas del mar. Seria demasiado largo citar todos los lugares de donde se ha retirado el mar, aun desde el siglo quince sin hablar de todas las retiradas que el Mediterráneo y el Océano han verificado desde que se ha tenido cuidado de observarlos. Llegamos, pues, á la deduccion rigorosa de que nuestros terrenos terciarios, hoy descubiertos, han acabado de depositarse en los primeros siglos de nuestra era. En segundo lugar, que la especie humana ha partido del Asia central como los animales; que ha seguido el mismo camino que ellos; que ha venido despues de ellos, y como sus restos se encuentran en las capas superiores de la creta, está probado que los terrenos se han formado despues de la primera emigracion de los animales, y no una porcion de siglos antes del advenimiento del hombre, y que hasta sus últimas capas, así como el diluvion de las cavernas etc., no se han formado sino despues de las emigraciones primitivas de nuestra especie.

Ahora bien, los anales de los pueblos y las tradiciones históricas, concuerdan con los hechos geológicos; nos enseñan en efecto, que la Europa se ha poblado por la cordillera del Cáucaso, y de esto ha procedido el nombre de raza caucásica; el Asia Menor se pobló primero, y despues por los Balkanes, la Tracia y la Macedonia; por allí vinieron los lelegos y los helenos, primeros habitantes de la Grecia, al Mediodía de la cual llegaron mas tarde colonias fenicias y egipcias. Las mismas tradiciones nos manifiestan en aquellos primeros tiempos la mayor parte de los valles de la Grecia inundados por grandes lagos ó extensos pantanos, y por el mar que se retiró posteriormente de muchos puntos.

La cadena de las emigraciones continuó por una parte, por los Balkanes septentrionales y los Carpacios, y de allí vinieron los pueblos de la Germania; por otra parte se continuó por los Alpes, y de allí vinieron los etruscos y los antiguos pueblos de las comarcas alpinas y de las Galias, etc.

Los fósiles humanos no nos dicen nada acerca de la cadena que se adelanta desde el centro al Norte del Asia; hasta aquí no se han indicado aun fósiles humanos en Siberia, ni en las vertientes de los montes Urales; pero en cambio sabemos, que si la China fue poblada en tiempos muy antiguos, recibió tambien desde épocas remotas invasiones de tártaros y mogoles que descendian de la Siberia y de todas las comarcas septentrionales del Asia. Preciso era pues, que aquellas comarcas hubieran sido pobladas por lo menos al mismo tiempo que la China sino antes que ella. Ahora bien, hemos visto por la constitucion geológica de estas comarcas y por sus fósiles, que habian sido de las primeras descubiertas por las aguas.

La línea que parte del centro del Asia para avanzar al Mediodía y hácia el Africa, no nos es bastante conocida en su paleontologia para deducir nada de ella; pero hemos visto, que bajaban hasta el Africa oriental ramales de montañas primitivas y venian á ensancharse á la parte del Sur; pues bien, la historia nos enseña, que los primeros habitantes del Egipto, vivieron en aquellas cordilleras rodeadas de agua; que eran pescadores; que la parte meridional, cuyas mesetas eran mas extensas, fue en tiempos muy antiguos ilustrada por la civilizacion etiópica que descendió posteriormente al Bajo Egipto, á medida que las fuerzas humanas hicieron su conquista sobre las aguas.

La línea oriental nos ha presentado hasta en América las huellas de las emigraciones animales.

Ahora bien, la América septentrional ha presentado fósiles humanos.

En Santo Domingo, se han encontrado en una caliza marina reciente, esqueletos humanos con productos de la industria del hombre. En la Guadalupe se han descubierto en una caliza marina sumamente dura, esqueletos humanos con flechas y fragmentos de vasijas de barro.

Una capa marina de la isla de San Lorenzo ha presentado fragmentos de hilo, de algodon, junco tejido y una espiga de trigo de Turquía.

El suelo de terraplen del Estado de Tennessee ha presentado tambien osamentas humanas.

En la América meridional, en las cavernas del Brasil se ha encontrado un cráneo humano con animales de especies extinguidas.

Hemos visto que se han encontrado allí fósiles las

especies del país, y especies extinguidas; pero tambien hemos visto, que existia igualmente fósil el jabalí, el cerdo doméstico, y sin embargo no era conocido en América antes de la llegada de los españoles que le llevaron, y así debe haberse hecho fósil despues de este transporte.

Los fósiles humanos pueden ser en parte posteriores al descubrimiento de la América; pero algunos, y particularmente los que se encuentran con especies extinguidas, son evidentemente anteriores á la llegada de los europeos.

Las primeras emigraciones de la especie humana á la América han podido verificarse en tiempos muy primitivos, por lo que fue istmo de Behring, y mas tarde quizá por el mar que la separa de las Indias y de la China.

En cuanto á la Oceanía, todo hace creer, que ha sido separada del continente así como la mayor parte de las islas del Archipiélago indio; las tradiciones del Indostan lo afirman posivitamente respecto á varias de estas islas, y su forma lo prueba igualmente.

Los hechos geológicos concuerdan con las tradiciones de los pueblos para enseñarnos los caminos que han seguido las emigraciones de los animales y del hombre, y para demostrarnos, que los terrenos terciarios no se han formado sino durante ó despues de estas emigraciones. Ahora bien, estas son sin duda posteriores al diluvio mosáico; esto está probado por la historia; pero tambien lo está por los fósiles, puesto que varios fósiles humanos asociados á animales perdidos no se han formado en el Mediodía de Francia por ejemplo, hasta despues de la ocupacion de las Galias por los Romanos, y en América, los jabalíes fósiles no lo han llegado á ser hasta despues de la llegada de los españoles.

Ahora bien, como la cadena de los fósiles mamíferos tanto de especies perdidas como de especies aun vivas, así como de los fósiles humanos desde las capas pisolíticas de la creta hasta el diluvion de las cavernas y los aluviones libres, es continua, y como además se encuentran animales perdidos con esqueletos humanos y productos de la industria en hornagueras bastante recientes, se debe deducir, que la mayor parte de los terrenos terciarios y todos los terrenos llamados recientes, son posteriores al diluvio mosáico, que habria podido llegar hácia el fin de los terrenos secundarios.

Otro hecho importante que nos enseñan tambien los anales de los pueblos es, que todos los primeros habitantes de los diversos paises los encontraron en gran parte inundados; que fueron en su mayor parte pescadores ó cazadores, y que habitaron en un principio las montañas. Vemos á las primeras hordas egipcias ocupadas en conquistar su tierra sobre el golfo del Nilo; á los Chinos de Iao ocupados en secar sus pantanos, etc.; á los primeros Helenos diezmados sin cesar por inundaciones y diseminados sobre las cordilleras de montañas rodeadas de los pantanos de Tesalia, etc. Estas tradiciones tan generales y tan indudables, vienen, pues, todavía á confirmar la sana interpretacion de los hechos geológicos y paleontológicos, y probar con ellos, que las primeras tierras habitadas fueron las mesetas elevadas de las montañas primitivas que formaban islas ó largas y extensas peninsulares; esto es especialmente verdadero, respecto de todas las primeras comarcas habitadas de Europa.

Así la geología se une á la historia del hombre como á todas las otras ciencias de que se habia querido separarla para hacer tantas creaciones fantásticas y tantos mundos á parte como capas se cuentan en la corteza del globo. Los siglos indefinidos no se pueden aceptar, y todos los fenómenos geológicos parecen en definitiva deber encerrarse en la cronología mosáica.

En efecto, hemos visto que los hechos y los datos geológicos no parecen haber exigido mas de dos mil años para formar la serie de los terrenos de mas potencia; ahora bien, cualquiera que sea la cronología que se adopte, no hay en ella obstáculo alguno.

Los Setenta cuentan desde la creacion hasta el diluvio 2,242, ó 2,262 años; el texto hebreo cuenta solamente 1,656, y los Samaritanos poco mas de 1,300 años. Desde el diluvio hasta el nacimiento de Jesucristo, habrian pasado segun los Setenta y los Samaritanos, unos 3,000 ó 3,100 años, y segun algunos ejemplares de los Setenta mas de 3,500 años; el hebreo no cuenta para el mismo período mas que 2,357.

La cronología de los Setenta ha estado en uso mucho tiempo, y puede seguirse. Ahora bien, tomando la cifra mas baja se cuentan 7,080 años desde la creacion hasta hoy; segun otra cifra, se contarian 7,600 y aun 8,000 años para la duracion total del mundo hasta hoy. No se puede objetar que los años judíos eran años lunares, porque es constante que los judíos hacian uso del año solar, y por otra parte, para encontrarse siempre con el órden de las estaciones, añadian en ciertos años un décimo tercero mes, llamado *embolísmico*, lo cual reducia sus años al año solar.

Contando, pues, con los Setenta, 2,272 años desde la creacion del diluvio, este tiempo habria bastado para la formacion de los terrenos secundarios, y prolongando la formacion hasta unos 3,000 años despues de la creacion, llegamos á 2,772 años antes de Jesucristo, época cronológica la mas remota de los pueblos antiguos, que llegan entonces á paises cubiertos todavía en parte por las aguas, y donde se formaban los terrenos terciarios.

En resúmen, la naturaleza mineralógica de los terrenos que nos manifiesta que todas las hulleras se han podido formar en 800 á 1,000 años; que todas las calizas conocidas del globo no han exigido mas de 2,000 años, así como la sílice; la potencia de las formaciones conocidas en Alemania, en Inglaterra y en Francia, que concuerda con la naturaleza mineralógica, el estudio de las capas sobrepuestas y de las alternativas de todos los terrenos, que hemos visto no exigen mas de 2,000 años para llegar á una potencia de 8,000 piés, potencia que no se conoce en parte alguna; la gran ley del sincronismo que nos ha probado que las diversas capas de una misma cuenca habian sido en gran parte contemporáneas; que los terrenos de cuencas diferentes habian podido formarse al mismo tiempo; la retirada sucesiva y frecuentemente acelerada de los mares, retirada marcada en cada país por la naturaleza misma de los terrenos, por su número y su potencia y por las montañas; retirada que ha marchado del centro al Norte y al Mediodía en la Alta Asia, del Oriente al Occidente en Europa, concordando con la retirada de los mares y probándola, la habitacion sucesiva marcada por los fósiles que han dejado sus huellas, en Asia del centro al Norte y en Europa del Oriente al Occidente; los fósiles humanos que se han presentado en las mismas direcciones, pero han llegado un poco mas tarde; los vestigios de los fósiles mamíferos desde la capa pisolítica de la creta hasta las cavernas llenas en los primeros siglos de nuestra era; los animales perdidos encontrados con los restos del hombre hasta en las hornagueras; los anales históricos que concuerdan con todos estos hechos, para mostrarnos las emigraciones de los pueblos dirigidos en Asia del centro al Norte y al Mediodía, y del Oriente al Occidente en Europa; los mismos anales que nos muestran á todos los pueblos primitivos habitantes en las mesetas elevadas de las montañas, y á estas rodeadas de agua y de pantanos; todos estos hechos, tan íntimamente ligados y tan de acuerdo entre sí, prueban que la cronología de Moisés que da 2,272 años desde la creacion hasta el diluvio, y 3,500 desde el diluvio hasta Jesucristo, es bastante

extensa para contener todos los fenómenos geológicos. Ademas, Moisés al representar á los hijos de Jafet, yendo á establecerse á las islas Europeas, se manifiesta aun perfectamente de acuerdo con los anales de los pueblos y los hechos geológicos y paleontológicos, acerca del estado del globo algunos siglos solamente despues del diluvio.

Los pueblos, partiendo del centro de la Alta Asia, se adelantaron por las grandes cordilleras de montañas que los geógrafos han llamado con razon las puertas de las naciones. En los primeros tiempos estas montañas, á causa de la inundacion de las aguas, estaban cubiertas de vegetales y pobladas de animales; asi todos los primeros pueblos fueron en general pastores, cazadores y pescadores; el suelo primitivo ofrecia pocos recursos para un cultivo rico y productivo, y por otra parte el número de los hombres no lo exigia.

De los terrenos primitivos, los pueblos descendieron al suelo primario ó de transicion; ya el cultivo empieza á desarrollarse, pero la caza y el cuidado de los animales predominan todavía, y aun duraran siempre entre los pueblos que continuan habitando en extensas comarcas primarias; testigo la Siberia y la América del Norte.

Al llegar al suelo secundario, las naciones empiezan á tomar su vuelo civilizador; allí en efecto, el cultivo se hace activo y poderoso, y las artes encuentran recursos en el suelo mismo.

Pero sobre todo en las comarcas en que el suelo terciario se halle reunido al suelo secundario, primario y primitivo, será donde se encontraran reunidas todas las condiciones materiales de la prosperidad de los pueblos, tanto por el cultivo como por las artes y el comercio.

Tal es en efecto, la marcha que la civilizacion ha seguido, las comarcas del Norte del Asia y de la Europa, todas formadas de terreno primitivo y de suelo de transicion, aunque pobladas de las primeras, han permanecido estacionadas en gran parte.

Por el contrario, los pueblos del centro del Asia que han encontrado alrededor de sus mesetas primitivas todas las clase de terrenos, han hecho desde tiempos muy antiguos rápidos progresos.

Lo mismo ha sucedido con todos los pueblos del periplo del Mediterráneo, sobre el cual vemos en efecto reunida la serie de todos los terrenos; asi, por medio de estos pueblos, se ha realizado la civilizacion mas elevada, y lo que hay de notable es, que ha seguido la misma marcha que las emigraciones de los animales y del hombre; partiendo del centro del Asia, la civilizacion se ha propagado por el Asia menor, vertiente del Tauro; marchando de allí á la Grecia, vertiente de los Balkanes; despues á Italia, vertiente de los Alpes y de los Apeninos, y por último á las Galias y la Germania, vertiente de los Alpes y de los Carpacios. Los pueblos del Norte del Asia y de la Europa, habitantes de las montañas primitivas y de los terrenos primarios, han tendido siempre á bajar de nuevo de la Siberia á la China, por una parte, y de las comarcas septentrionales de Europa hácia las regiones meridionales por otra, y solo cuando han llegado á las comarcas en que la serie de los terrenos geológicos es mas compacta, se han fijado y han marchado en una civilizacion mas ámplia.

Ya porque en efecto el suelo compuesto de terrenos primitivo y primario, no ofrece grandes recursos á la agricultura, primera base de la prosperidad de un pueblo; mientras que el suelo compuesto de terrenos secundario y terciario, ofrece á la agricultura, por la variedad de las sustancias que le componen, y por los restos de seres organizados que encierra, todas las condiciones mas favorables á la agricultura primero y despues á las artes. Un suelo tan fecundo ve muy pronto multiplicarse su poblacion que encuentra en él una via fácil, y si la ley moral viene á obrar sobre tales condiciones físicas, se ven nacer los pueblos mas grandes y poderosos.

Otra causa física que nace tambien del órden en que el suelo se ha formado, viene á favorecer este desarrollo. En efecto, los terrenos terciarios son los últimos salidos de las aguas por la retirada sucesiva de los mares, y por consiguiente se hallan en general mas próximos á estos mares, que abren anchas puertas á las comunicaciones de los pueblos y al comercio, complemento del bienestar de las naciones.

Estas opiniones y estas relaciones del suelo geológico, que se podrian desarrollar y extender, no son una teoría ni un sistema; son hechos positivos que se enlazan con todos los hechos positivos de la geologia paleontológica, y con la historia de los diversos pueblos. Demuestran á no dudarlo, que la tierra creada para el hombre, ha sufrido desde su creacion, modificaciones que preparaban el desarrollo de la humanidad, modificaciones que han venido sucesivamente á medida que las necesidades de la humanidad parecian reclamarlas; de manera que la tierra creada para servir de habitacion al hombre, se modifica en su suelo para ofrecerle todas las condiciones mas ventajosas, á medida que los pueblos se multiplican y extienden sobre el globo. Y los seres organizados, creados para el hombre, son los que mas contribuiran por sus producciones y sus restos á preparar el suelo y modificarle; habitaran primero como para sanearle y fecundarle, y despues vendrá el hombre. Entonces le cederan el puesto y desaparecen ante él. Pero por esta misma dominacion del hombre, la creacion tenderá hácia su fin; absorberá todo en sí y para sí, y de este modo marchará necesariamente hácia la consumacion final, que deberá poner un término á sus destinos sobre la tierra. Esta consecuencia, prevista por el Criador, ha sido prevenida y equilibrada en la armonía general, para que no llegara demasiado bruscamente. Y los fenómenos geológicos han hecho aquí un gran papel; á la absorcion de los bosques y selvas, se le ha preparado un contrapeso en las formaciones de los carbones de piedra, que fueron en su mayor parte depositados por los mares primitivos antes de la venida del hombre, y probablemente de los animales que estaban detenidos por los mares. A las necesidades de la multiplicacion de la especie humana, se les han preparado las condiciones de fertilidad de los terrenos últimamente formados, á medida que la especie humana ha crecido, y que mas ha necesitado de todo el suelo y de todos sus elementos de vida, los grandes carniceros y los grandes herbívoros han desaparecido para dejar el campo libre despues de habérsele preparado al hombre y á sus animales domésticos.

Asi la geologia, comprendida en su verdadera naturaleza de historia de las ruinas y de las modificaciones de la superficie del globo desde su creacion, viene á enlazarse con todas las ciencias, cuyos principios toma y cuyas leyes confirma; demuestra mas y mas la armonía universal, y se enlaza con la historia de la humanidad confirmando sus leyes lejos de quebrantarlas, como las hipótesis de su infancia tendian á hacerlo creer á los espíritus que no reflexionan.

FIN DEL TOMO NOVENO Y ULTIMO.

extensa para contener todos los fenómenos geológicos. Ademas, Moisés al representar á los hijos de Jafet, yendo á establecerse á las islas Europeas, se manifiesta aun perfectamente de acuerdo con los anales de los pueblos y los hechos geológicos y paleontológicos, acerca del estado del globo algunos siglos solamente despues del diluvio.

Los pueblos, partiendo del centro de la Alta Asia, se adelantaron por las grandes cordilleras de montañas que los geógrafos han llamado con razon las puertas de las naciones. En los primeros tiempos estas montañas, á causa de la inundacion de las aguas, estaban cubiertas de vegetales y pobladas de animales; así todos los primeros pueblos fueron en general pastores, cazadores y pescadores; el suelo primitivo ofrecia pocos recursos para un cultivo rico y productivo, y por otra parte el número de los hombres no lo exigia.

De los terrenos primitivos, los pueblos descendieron al suelo primario ó de transicion; ya el cultivo empieza á desarrollarse, pero la caza y el cuidado de los animales predominan todavía, y aun duraran siempre entre los pueblos que continúan habitando en extensas comarcas primarias; testigo la Siberia y la América del Norte.

Al llegar al suelo secundario, las naciones empiezan á tomar su vuelo civilizador; allí en efecto, el cultivo se hace activo y poderoso, y las artes encuentran recursos en el suelo mismo.

Pero sobre todo en las comarcas en que el suelo terciario se halle reunido al suelo secundario, primario y primitivo, será donde se encontraran reunidas todas las condiciones materiales de la prosperidad de los pueblos, tanto por el cultivo como por las artes y el comercio.

Tal es en efecto, la marcha que la civilizacion ha seguido; las comarcas del Norte del Asia y de la Europa, todas formadas de terreno primitivo y de suelo de transicion, aunque pobladas de las primeras, han permanecido estacionadas en gran parte.

Por el contrario, los pueblos del centro del Asia que han encontrado alrededor de sus mesetas primitivas todas las clase de terrenos, han hecho desde tiempos muy antiguos rápidos progresos.

Lo mismo ha sucedido con todos los pueblos del periplo del Mediterráneo, sobre el cual vemos en efecto reunida la serie de todos los terrenos; así, por medio de estos pueblos, se ha realizado la civilizacion mas elevada, y lo que hay de notable es, que ha seguido la misma marcha que las emigraciones de los animales y del hombre; partiendo del centro del Asia, la civilizacion se ha propagado por el Asia menor, vertiente del Tauro; marchando de allí á la Grecia, vertiente de los Balkanes; despues á Italia, vertiente de los Alpes y de los Apeninos, y por último á las Galias y la Germania, vertiente de los Alpes y de los Carpacios. Los pueblos del Norte del Asia y de la Europa, habitantes de las montañas primitivas y de los terrenos primarios, han tendido siempre á bajar de nuevo de la Siberia á la China, por una parte, y de las comarcas septentrionales de Europa hácia las regiones meridionales por otra, y solo cuando han llegado á las comarcas en que la serie de los terrenos geológicos es mas compacta, se han fijado y han marchado en una civilizacion mas amplia.

Ya porque en efecto el suelo compuesto de terrenos primitivo y primario, no ofrece grandes recursos á la agricultura, primera base de la prosperidad de un pueblo; mientras que el suelo compuesto de terrenos secundario y terciario, ofrece á la agricultura, por la variedad de las sustancias que le componen, y por los restos de seres organizados que encierra, todas las condiciones mas favorables á la agricultura primero y despues á las artes. Un suelo tan fecundo ve muy pronto multiplicarse su poblacion que encuentra en él una via fácil, y si la ley moral viene á obrar sobre tales condiciones físicas, se ven nacer los pueblos mas grandes y poderosos.

Otra causa física que nace tambien del órden en que el suelo se ha formado, viene á favorecer este desarrollo. En efecto, los terrenos terciarios son los últimos salidos de las aguas por la retirada sucesiva de los mares, y por consiguiente se hallan en general mas próximos á estos mares, que abren anchas puertas á las comunicaciones de los pueblos y al comercio, complemento del bienestar de las naciones.

Estas opiniones y estas relaciones del suelo geológico, que se podrian desarrollar y extender, no son una teoría ni un sistema; son hechos positivos que se enlazan con todos los hechos positivos de la geologia paleontológica, y con la historia de los diversos pueblos. Demuestran á no dudarlo, que la tierra creada para el hombre, ha sufrido desde su creacion, modificaciones que preparaban el desarrollo de la humanidad, modificaciones que han venido sucesivamente á medida que las necesidades de la humanidad parecian reclamarlas; de manera que la tierra creada para servir de habitacion al hombre, se modifica en su suelo para ofrecerle todas las condiciones mas ventajosas, á medida que los pueblos se multiplican y extienden sobre el globo. Y los seres organizados, creados para el hombre, son los que mas contribuiran por sus producciones y sus restos á preparar el suelo y modificarle; habitaran primero como para sanearle y fecundarle, y despues vendrá el hombre. Entonces le cederan el puesto y desaparecen ante él. Pero por esta misma dominacion del hombre, la creacion tenderá hácia su fin; absorberá todo en sí y para sí, y de este modo marchará necesariamente hácia la consumacion final, que deberá poner un término á sus destinos sobre la tierra. Esta consecuencia, prevista por el Criador, ha sido prevenida y equilibrada en la armonía general, para que no llegara demasiado bruscamente. Y los fenómenos geológicos han hecho aquí un gran papel; á la absorcion de los bosques y selvas, se le ha preparado un contrapeso en las formaciones de los carbones de piedra, que fueron en su mayor parte depositados por los mares primitivos antes de la venida del hombre, y probablemente de los animales que estaban detenidos por los mares. A las necesidades de la multiplicacion de la especie humana, se les han preparado las condiciones de fertilidad de los terrenos últimamente formados, á medida que la especie humana ha crecido, y que mas ha necesitado de todo el suelo y de todos sus elementos de vida, los grandes carniceros y los grandes herbívoros han desaparecido para dejar el campo libre despues de habérsele preparado al hombre y á sus animales domésticos.

Así la geologia, comprendida en su verdadera naturaleza de historia de las ruinas y de las modificaciones de la superficie del globo desde su creacion, viene á enlazarse con todas las ciencias, cuyos principios toma y cuyas leyes confirma; demuestra mas y mas la armonía universal, y se enlaza con la historia de la humanidad confirmando sus leyes lejos de quebrantarlas, como las hipótesis de su infancia tendian á hacerlo creer á los espíritus que no reflexionan.

FIN DEL TOMO NOVENO Y ULTIMO.

ÍNDICE

DE LA MINERALOGIA.

	PÁGS.
MINERALOGIA. Nociones preliminares.	5
Parte Primera.—Estudio de las propiedades físicas de los minerales.	6
Capítulo Primero. De la forma de los minerales.	id.
Cap. II. De la estructura.	8
Cap. III. Caracteres ópticos de los minerales.	id.
Cap. IV. De la elasticidad.	16
Cap. V. Grados de resistencia á las acciones mecánicas.	18
Cap. VI. Peso específico.	20
Cap. VII. Electricidad y magnetismo.	24
I. De la Electricidad.	id.
II. Accion de los minerales sobre la barra imantada.	26
Cap. VIII. Propiedades diversas.	id.
I. Accion sobre el tacto.	id.
II. Olor.	id.
III. Sabor.	27
IV. Facultad de absorber la humedad.	id.
V. Eflorescencia.	28
Parte segunda. Estudio de las propiedades químicas de las sustancias minerales.	id.
Capítulo Primero. De la composicion de los minerales y medios de representarla.	id.
Cap. II. Del ensayo químico de las sustancias minerales.	35
Parte Tercera.--Distincion y clasificacion de las sustancias minerales.	44
Parte Cuarta.—Modo de existir las sustancias minerales en la naturaleza ó yacimiento.	58
Capítulo Primero. Nociones preliminares.	id.
Cap. II. Composicion general de los diversos terrenos.	64
Cap. III. Sustancias minerales que forman depósitos limitados.	73
Cap. IV. Sustancias diseminadas, subordinadas á los criaderos metalíferos, etc.	80
Cap. V. De las materias aeriformes y líquidas.	85
Parte Quinta.—Uso de las sustancias minerales.	88
METALURGIA Y USOS DIRECTOS DE LOS METALES.	267
Artículo Primero. Explotacion.	id.
I. Disposicion de las minas en el seno de la tierra: manera de buscarlas.	id. id.
II. Extraccion del mineral.	268
Art. II. Preparacion mecánica del mineral.	273
Art. III. Metalurgia. Nociones preliminares.	275
I. Preparacion química del mineral.	277
II. Tratamiento metalúrgico y usos del plomo.	278
III. Tratamiento metalúrgico y usos de la plata.	279
IV. Tratamiento metalúrgico y usos del oro.	281
V. Tratamiento metalúrgico y usos del cobre.	282
VI. Tratamiento metalúrgico y usos del zinc.	284
VII. Tratamiento metalúrgico y usos del estaño.	285
VIII. Tratamiento metalúrgico y usos del mercurio.	286
IX. Tratamiento metalúrgico y usos del antimonio.	id.
X. Tratamiento metalúrgico y usos del bismuto.	287
XI. Tratamiento metalúrgico y usos del cobalto.	id.
XII. Tratamiento metalúrgico y usos del arsénico.	288
XIII. Tratamiento metalúrgico y usos del hierro.	id.
GEOLOGIA.	294
Capítulo Primero. De las diferentes clases de rocas.	id.
Cap. II. Rocas acuosas: su composicion y sus formas de estratificacion.	298
Cap. III. Distribucion de los fósiles en las capas. Fósiles de agua dulce y fósiles marinos.	303
Cap. IV. Consolidacion de las capas y petrificacion de los fósiles.	307
Cap. V. Elevacion de las capas del mar.—Estratificacion horizontal é inclinada.	311
Cap. VI. Desnudacion.	319
Cap. VII. Aluvion.	324
Cap. VIII. Clasificacion cronológica de las rocas.	328
Cap. IX. De las diferentes edades de las rocas acuosas.	330
Cap. X. Clasificacion de las formaciones terciarias.—Grupo post-plióceno.	338
Cap. XI. Período del nuevo plióceno.—Formacion de transporte.	345
Cap. XII. Terreno de transporte.	350
Cap. XIII. Capas del nuevo plióceno y depósitos de las cavernas.	356
Cap. XIV. Formacion del antiguo plióceno y del mióceno.	360
Cap. XVI. Formaciones eóceno mediano y eóceno inferior.	375
Cap. XVII. Grupo cretáceo.	383
Cap. XVIII. Formaciones cretácea inferior y wealdiana.	389
Cap. XIX. Desnudacion de la creta y del weald.	392
Cap. XX. Grupo jurásico.—Capas de purbeck y de la oolita.	399
Cap. XXI. Grupo jurásico (*continuacion*) lias.	406
Cap. XXII. Trias ó grupo del nuevo gres rojo.	410
Cap. XXIII. Grupo permiano ó de la caliza magnesiana.	416
Cap. XXIV. La hulla ó grupo carbonífero.	419
Cap. XXV. Grupo carbonífero (*continuacion*).	428
Cap. XXVI. Gres rojo antiguo ó grupo devoniano.	435
Cap. XXVII. Grupo siluriano y cambriano.	440
Cap. XXVIII. Rocas volcánicas.	450
Cap. XXIX. Rocas volcánicas (*continuacion*).	457
Cap. XXX. Sobre las diferentes edades de los rocas volcánicas.	473
Cap. XXXI. Sobre las diferentes edades de las rocas volcánicas. (*continuacion*).	478
Cap. XXXII. Sobre las diferentes edades de las rocas volcánicas (*continuacion*).	484
Cap. XXXIII. Rocas plutónicas.—Granito.	490
Cap. XXXIV. Sobre las diferentes edades de las rocas	

PÁGS.

plutónicas. 495
Cap. XXXV. Rocas metamórficas. 501
Cap. XXXVI. Orígen de las rocas metamórficas. (*Continuacion*). 506
Cap. XXXVII. Sobre las diferentes edades de las rocas metamórficas. 511
Cap. XXXVIII. Venas minerales. 514
HISTORIA DE LA GEOLOGIA.—La cosmogonía mosáica en sus relaciones con la geologia y con la historia crítica de esta ciencia. 521
Capítulo Primero. id.
Cap. II. 527
Cap. III. 535
Cap. IV. 550
Cap. V. 557
Cap. VI. 566
Cap. VII. 576
Artículo Primero. Accion general de la causa acuosa. 578
Art. II. Naturaleza de los productos de la causa acuosa. 580
Art. III. De las variaciones en la cantidad de los productos de la causa acuosa. Consecuencia de este hecho contra los cálculos de algunos escritores sobre los terraplenes de los rios y sobre la edad absoluta del globo. 582
Cap. VIII. 583
Art. IV. De las variaciones en la calidad de los productos de la causa acuosa, orígen de las alternativas; refutacion de la hipótesis de Jorge Cuvier. id.
Art. V. Pasos, formas, disposicion, estructura, circunscripcion de los productos de la causa acuosa. 586
Art. VI. De los fósiles. 587
Capítulo IX. 594
I. Cavernas de osamentas. id.
II. Elefantes de la Siberia. 596
III. Vegetales de las hulleras. 597
IV De las capas de peces. 600
Cap. X. 602
Art. VII. El transporte es el único que da la razon de las proporciones numéricas y de las relaciones de costumbres y hábitos que existen entre los seres vivos y los seres fósiles. id.
I. Vegetales. id.
II. Animales. 603
I. Exápodos y Octópodos. id.
II. Reptiles y anfibios. 604
III. Mamíferos. id.
Yacimiento de los fósiles humanos. 606
Cap. XI. 609
Art. VIII. Los seres no han sido en época alguna totalmente destruidos y la vida no ha sido interrumpida jamás en la tierra, desde que existe. 609
I. Vegetales. 610
II. Animales. 611
Cap. XII. Causas ígneas antiguas y actuales. 615
Cap. XIII. Del fuego central, las montañas primitivas y el suelo de la creacion. 621
Cap. XIV. De los volcanes, su asiento y sus causas. 629
I. Leyes armónicas de los seres y de la creacion. 632
II. Causas naturales de los fenómenos geológicos. 634
Cap. XV. Teoría geológica. 640
Cap. XVI. 647
Cap. XVII. Cuenca del mar Negro comprendiendo la Turquía, de Europa y de Asia. 653
Cap. XVIII. Del sincronismo de los terrenos y de las formaciones. 658
Cap. XIX. Del tiempo que han exigido las diferentes formaciones. 663
Cap. XX. Tiempos geológicos. 667
Cap. XXI. Tiempos geológicos.
Cap. XXII. Relaciones del hombre con los fósiles y los terrenos diversos.

INDICE

ALFABETICO DE LAS CLASES, FAMILIAS, GENEROS Y ESPECIES DESCRITAS EN ESTE TOMO.

PÁGS.

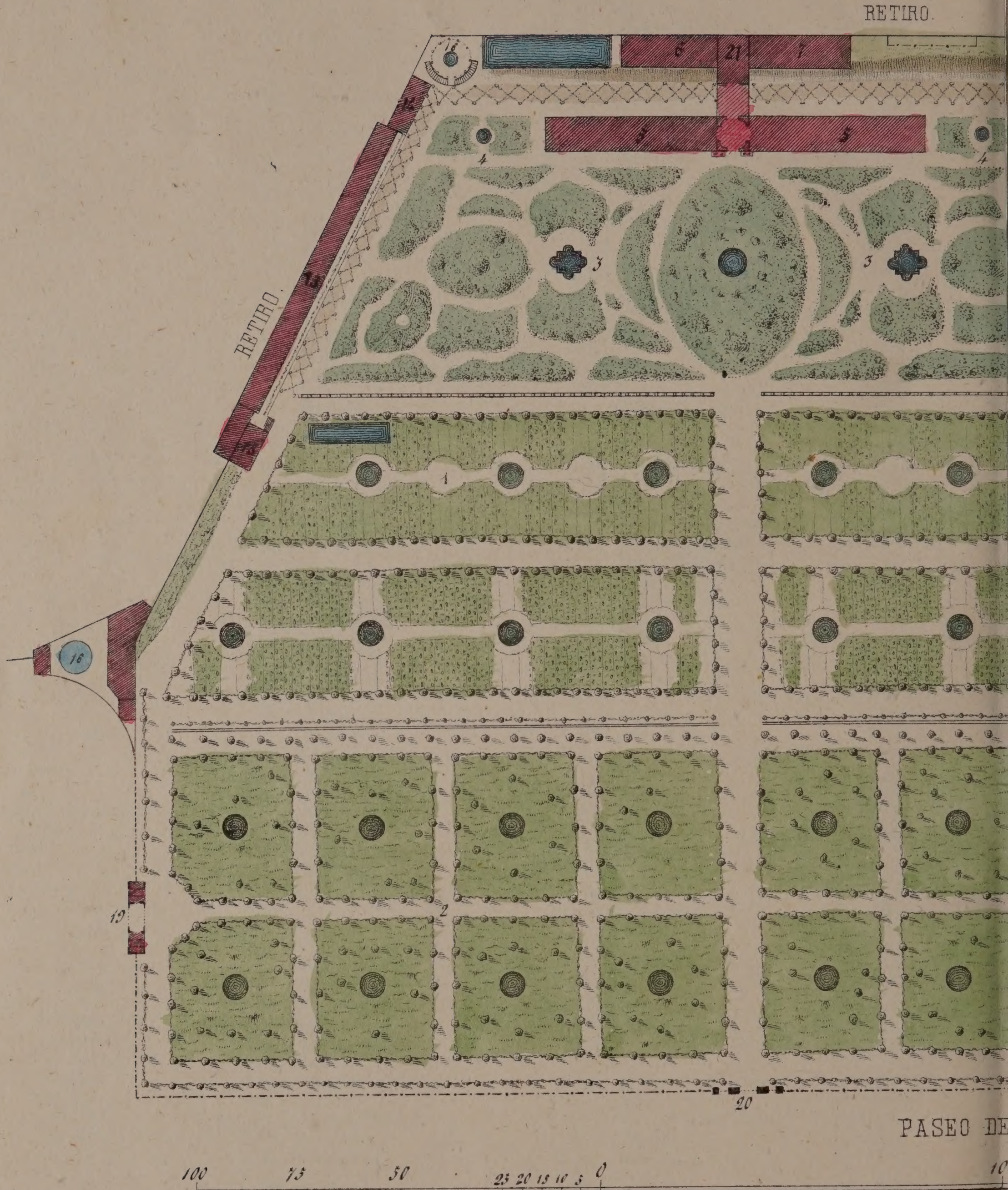
A.

Aceite de vitriolo. 197
Acerdesa. 252
Acero nativo. 254
Acido antimonioso. 236
Acido arsénioso. 230
Acido carbónico. 165
Acido hidroclórico. 208
Acido hidrosulfúrico. 184
Acido marino. 208
Acido molíbdico. 248
Acido muriático. 208
Acido sulfúrico hidratado. 197
Acido sulfuroso. 197
Acido tungstico. 247
Acmita. 139
Actinota. 149
Adinola. 127
Afanesa. 233
Aferesa. 224
Agata. 105
Agua marina. 111
Agua. 180
Agustita. 220
Alabandina. 186
Alagita. 140
Albita. 125
Alcali mineral. 166
Almandina. 113
Alofana. 111
Alumbre. 207
Alumbre amoniacal. 208
Alumbre de pluma. 206
Alúmina. 238
Aluminatos. 240
Aluminidos (familia). 239
Aluminita. 206
Alunita. 207
Alunogeno. 205
Allanita. 116
Amalgama. 237
Ambar amarillo. 164
Ambligonita. 227
Ammonalumbre. 208
Amoniaco sulfatado. 203
Analcima. 122
Anatasa. 243
Andalusita. 112
Anfibol. 148
Anfigena. 122
Anortita. 120
Anglesita. 198
Antimónidos (familia). 235
Antimonio. 235
Antimonio arsenífero. 228
Antimonio blanco. 235
Antimonio rojo. 236
Antimonio sulfurado. 191
Antimoniquel. 195
Antimoniuro. 235
Antimonóxido. id.
Antofillita. 130
Antofillita. 144
Antracito. 155
Apatito. 220
Aphthalosa. 202
Apofillita. 150
Aragonito. 171
Argiridos (familia). 238
Argiritrosa. 192
Argirosa. 184
Arseniato. 230
Arseniatos cuprosos. 232
Arseniatos ferruginosos. 233
Arsenicita. 230
Arsénico. 227
Arsénico blanco. 230
Arsénico sufurado amarillo. 195
Arsénico sulfurado rojo. 194
Arsénidos (familia). 227

	PÁGS.
Arsenitos.	234
Arseniuro.	228
Arseniuro de antimonio.	id.
Arseniuro de bismuto.	id.
Arseniuro de plata.	id.
Arsenóxido.	230
Asfalto.	163
Atakamita.	209
Auridos (familia).	262
Automalita.	241
Axinita.	535
Azabache.	158
Azoe.	181
Azufre.	182
Azufre dorado.	236
Azul de montaña.	179
Azurita.	id.
Azurita.	226
B.	
Baierina.	246
Baldiserita.	173
Barita sulfatada.	199
Baritina.	id.
Baritocalcita.	176
Basicerina.	214
Berilo.	111
Berilo chorliforme.	215
Berilo de Sajonia.	220
Bermellon.	185
Berthierina.	128
Berthierita.	191
Berzelina.	217
Betun de Judea.	163
Bismutidos (familia).	237
Bismutina.	190
Bismuto.	237
Bismuto arseniado.	228
Bismuto sulfurado.	190
Bismuto telurado.	218
Blenda.	185
Bombita.	129
Boracita.	151
Boratos.	id.
Borax.	id.
Bóridos (familia).	150
Boro-silicato.	152
Boróxido.	151
Botryolita.	152
Bournonita.	193
Braunita.	252
Brewsterita.	127
Brochantita.	205
Brómidos (familia).	213
Brongniartita.	201
Brookita.	242
Brucita.	id.
C.	
Calamina.	141
Calamina.	175
Cal arseniatada.	230
Calcedonia.	105
Caledonita.	177
Cal fluatada.	213
Cal fosfatada.	220
Caliza.	167
Calomelano.	209
Cal sulfatada.	200
Candita.	241
Caparrosa azul.	205
Caparrosa blanca.	203
Caparrosa verde.	204
Carbocerina.	175
Carbonato.	165
Carbonato de barita.	176
Carbonato de cal.	167
Carbonato de cerio.	175
Carbonato de estronciana.	176
Carbonato de manganeso.	174
Carbonato de zinc.	175
Carbon de piedra.	156
Carbonidos (familia).	152
Carbonito.	165
Carbono.	153
Carbonóxido.	165
Carbunclo.	113
Carburo.	161
Carfolita.	120
Cassiterita.	236
Ceilanita.	240
Celestina.	199
Cererita.	138
Cerina.	116
Cerina.	138
Cerio fluatado.	214
Cerusa.	177
Cianosa.	205
Cimofana.	131
Cinabrio.	185
Claustalia.	217
Cloridos (familia).	208
Clorita.	128
Clorofana.	213
Cloropalo.	139
Cloruro de amonio.	212
Cloruro de calcio.	211
Cloruro de magnesio.	id.
Cloruros.	208
Cobaltidos (familia).	261
Cobaltina.	196
Cobalto arseniatado.	231
Cobalto arsenical.	228
Cobalto gris.	196
Cobalto sulfatado.	203
Cobalto sulfurado.	190
Cobre.	197
Cobre.	262
Cobre azul.	179
Cobre gris.	194
Cobre micáceo.	232
Cobre muriatado.	209
Cobre piritoso.	189
Cobre seleniado.	217
Cobre sulfatado.	205
Cobre sulfurado.	188
Cobre vítreo.	id.
Cobre vítreo.	262
Colirita.	110
Columbita.	245
Condrotita.	216
Cordierita.	119
Corindon.	238
Cornerina.	105
Craitonita.	244
Crictonita.	id.
Criolita.	214
Crisocola.	141
Crisolita.	116
Crisolita.	142
Cristal de roca.	103
Crocoisa.	250
Croicolitos (clase).	242
Cromato.	250
Cromidos (familia).	249
Cromito.	249
Cronstedtita.	139
Cuarzo.	103
Cupridos (familia).	262
CH.	
Chabasia.	121
Chalkolita.	225
Chalkopirita.	189
Chalkosina.	188
Chorlo azul.	224
Chorlo azul.	243
Chorlo rojo.	242
D.	
Datholita.	152
Davina.	129
Devonita.	226
Dialaga.	143
Dialogita.	174
Diamante.	153
Diopside.	147
Dipira.	130
Discrasa.	235
Disomosa.	196
Disthena.	109
Dolomia.	172
Dusodila.	162
E.	
Edelforsia.	146
Edingtonita.	120
Eisencroma.	249
Ekebergita.	119
Elasmosa.	219
Elaterita.	162
Eledita.	118
Epidoto.	116
Epistilbita.	126
Epsomita.	203
Erinita.	232
Erythrina.	231
Escapolita.	118
Escolexerosa.	114
Escolezita.	id.
Escorodita.	233
Esfeno.	245
Esferolita.	126
Esferosiderita.	173
Esferostilbita.	127
Esmaltina.	228
Esmaragdita.	129
Esmeralda.	111
Esmeril.	238
Espato cúbico.	200
Espato de Islandia.	167
Espato fluor.	213
Espato perlado.	172
Espato pesado.	199
Esperkisa.	187
Espesartina.	113
Espinela.	240
Espíritu de sal.	208
Estanidos (familia).	236
Estannita.	189
Estaño piritoso.	id.
Estaño sulfurado.	id.
Estaurótida.	109
Esteatita.	145
Estibina.	191
Estilbita.	126
Estilobata.	112
Estipito.	158
Estronciana sulfatada.	199
Estroncianita.	176
Eucairita.	217
Euclasa.	110
Eudialita.	137
Exanthalosa.	202
Exitela.	235
F.	
Fahlunita.	119
Farmacolita.	230
Farmacosiderita.	233
Feldspato.	125
Feldspato azul.	226
Ferrato.	260
Flores de bismuto.	237
Fluelita.	214
Fluocerina.	id.
Fluóridos (familia).	213
Fluorina.	id.
Fluoruro.	id.

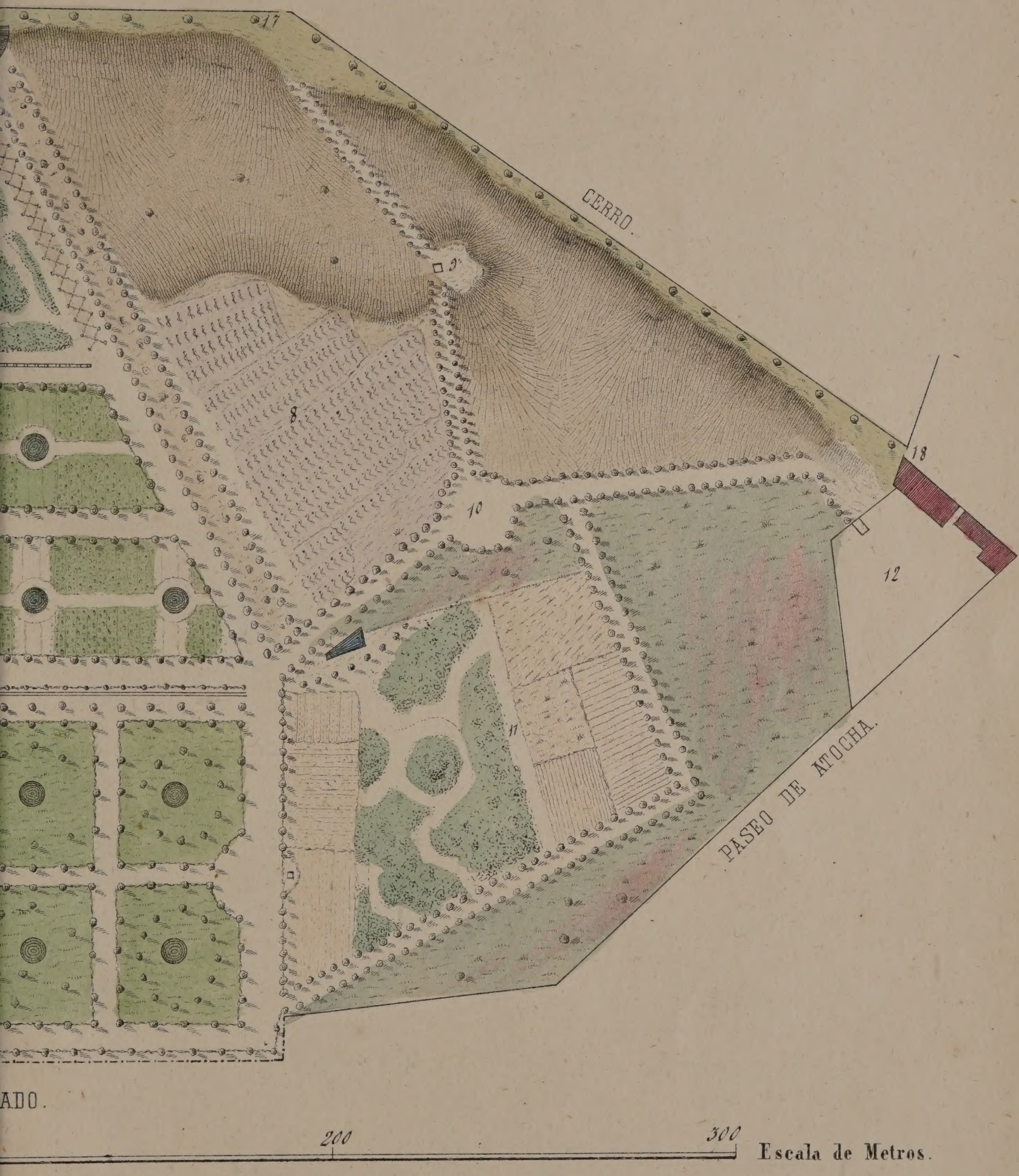
	PÁGS.
Fluosilicatos.	215
Folerita.	111
Fosfato.	220
Fosfatos cuprosos.	224
Fosfatos de urano.	225
Fosfóridos (familia).	220
Fosforita.	id.
Franklinita.	261
G.	
Gadolinita.	138
Gahnita.	241
Galena.	184
Gallizinita.	203
Gallizinita.	243
Gamusita.	128
Gas hepático.	184
Gay-Lussita.	167
Gasolitos (I clase).	102
Gelanita.	112
Gieseckita.	117
Giobertita.	173
Gipsita.	240
Gismondina	123
Glauberita.	201
Glaucolita.	129
Grafito.	155
Granate.	113
Granatita.	122
Gregorita.	243
Grisu.	161
Grosularia.	113
Guano.	164
H.	
Haidingerita.	191
Halloysita.	111
Harkisa.	186
Harmotoma.	123
Hatchetina.	162
Hidrógeno carbonado.	161
Hausmanita.	253
Hauyna.	136
Hedembergita.	147
Helvina.	136
Hematites parda.	259
Heterosita.	223
Heulandita.	127
Hidrargilita.	226
Hidrargiridos (familia).	237
Hidrargiuro.	id.
Hidratos.	181
Hidrógeno.	180
Hidrógeno sulfurado,	184
Hidrogenidos (familia).	180
Hidrolita.	123
Hierro.	254
Hierro arseniatado.	233
Hierro arsenical.	196
Hierro espático.	173
Hierro fosfatado.	223
Hierro limonoso.	259
Hierro meteórico.	254
Hierro micáceo.	258
Hierro oligisto.	id.
Hierro sulfatado.	204
Hierro sulfurado.	186
Hierro volcánico.	254
Hiperstena.	148
Hipoantimonito.	236
Hipostilbita.	127
Hisingerita.	128
Humboldtita.	165
Hureaulita.	222
I.	
Idocrasa.	116
Ilvaita.	138
Iman.	260
Indianita.	118
Iodidos (familia).	212
Ioduro de magnesio.	212
Ioduro de mercurio.	id.
Ioduro de plata.	id.
Ioduro de sodio.	id.
Ioduro de zinc.	id.
Ipoleima.	225
Iridio nativo.	266
Iridosmina.	266
Iserina.	243
Isopira.	129
Itria fosfatada.	222
Itrocerita.	214
Itrotántalo.	246
Ittnerita.	118
J.	
Jacinto.	137
Jamesonita.	112
Jamesonita.	191
Jargon.	137
Jaspe.	105
Jenotima.	222
K.	
Kaolin.	110
Karabe.	164
Karstenita.	200
Kerargyra.	209
Kerasina.	id.
Kermes.	236
Kermes mineral.	id.
Killinita.	130
Klaprothina.	226
Knebelita.	139
Koboldina.	190
Kufolita.	115
L.	
Labradorita.	121
Lanarkita.	177
Lapis lázuli.	135
Lasionita.	226
Latrobita.	120
Laumonita.	122
Lazulita.	135
Leadillita.	177
Leberkisa.	187
Leelita.	131
Levina.	121
Leucolitos (clase).	235
Lignito.	158
Ligurita.	245
Limonita.	259
Liroconita.	232
Loboita.	116
M.	
Magnesia fosfatada.	222
Magnesia nativa.	242
Magnesidos (familia).	id.
Magnesita.	145
Malakolita.	147
Malaquita.	178
Malta.	162
Manganidos (familia).	251
Manganito.	253
Manganóxido.	251
Marcelina.	140
Marekanita.	125
Margarita.	131
Marmolita.	142
Mascagnina.	203
Meionita.	117
Melaconisa.	262
Melanteria.	204
Melato.	164
Melinosa.	248
Melito.	164
Mercurio.	237
Mercurio córneo.	209
Mercurio dulce.	id.
Mercurio sulfurado.	185
Mesolita.	114
Mesotipa.	115
Miargirita.	192
Micafilita.	112
Micas.	132
Mimetesa.	231
Minio.	238
Misorina.	178
Mispikel.	196
Molibdenita.	188
Molibdeno sulfurado.	id.
Molibdidos (familia).	248
Mullerina.	219
N.	
Nacrita.	129
Nafta.	161
Natrolitá.	115
Natron.	166
Nefelina.	118
Nefrita.	130
Neoctesa.	234
Neoplasa.	204
Neoplasa.	234
Nigrina.	243
Niquel arseniatado.	232
Niquel arsenical.	229
Niquel gris.	196
Niquelina.	229
Niquel sulfurado.	186
Niquelocre.	232
Nitrato de cal.	182
Nitrato de magnesia.	id.
Nitrato de potasa.	181
Nitrato de sosa.	182
Nitratos.	181
Nitridos.	id.
Nitro.	id.
Nitro.	182
Nitro calizo.	id.
Nontronita.	139
O.	
Obsidiana.	125
Ocre rojo.	258
Octaedrita.	243
Oisanita.	id.
Oligisto.	258
Olivenita.	232
Opalo.	107
Opsimosa.	140
Oro.	263
Oro gráfico.	219
Oropimente.	195
Orthosa.	123
Ortita.	116
Osmidos. (familia).	266
Oxalato.	165
Oxaverita.	150
Oxido crómico.	249
Oxido de bismuto.	237
P.	
Pagodita.	131
Paladidos (familia).	265
Paladio.	id.
Panabasa.	194
Pecurano.	250
Peridoto.	142
Perlita.	126
Peróxido de cobalto.	261
Petalita.	126
Petro-silex.	125
Phillipsita.	189
Picnita.	215
Picrofarmacolita.	230
Pictita.	245
Piedra de estaño.	236
Piedra de jabon.	129

PLANO DEL JARDIN BOTÁNIC



1	*Escuela de botánica.*	8	*Viña.*
2	*Plan bajo.*	9	*Arenero.*
3	*Plan de la Flor.*	10	*Plazuela del bosque*
4	*Jardinillos.*	11	*Huerta.*
5	*Estufa de Poniente.*	12	*Casa del Contralista*
6	*Biblioteca y Herbarios.*	13	*Estufa templada.*

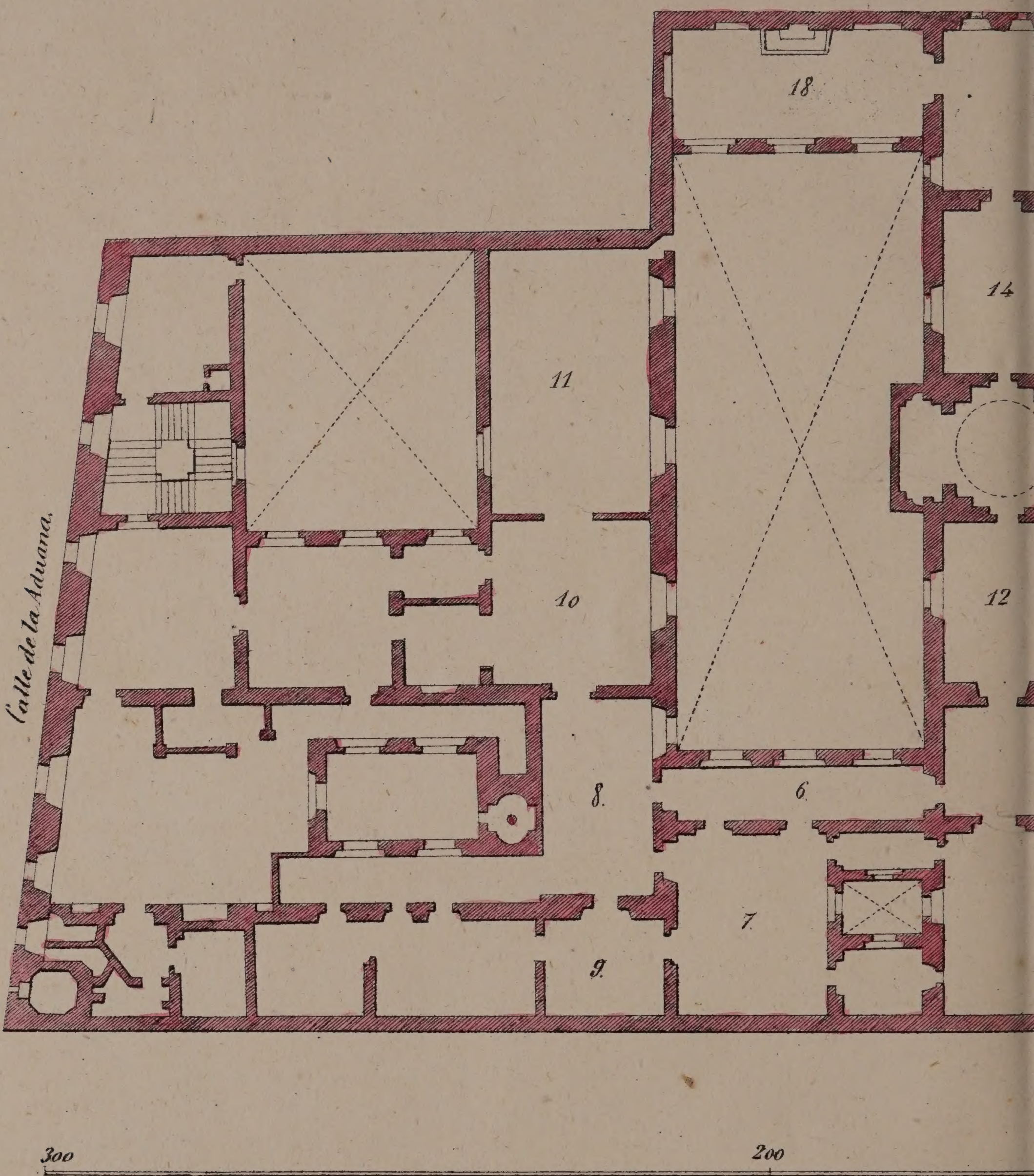
C MADRID.



200 300 **Escala de Metros.**

15 *Estufa de Ananas*
16 *Norias.*
17 *Puerta del cerro.*
18 *Puerta Verde.*
19 *Entrada Pública.*
20 *Entrada Principal.*

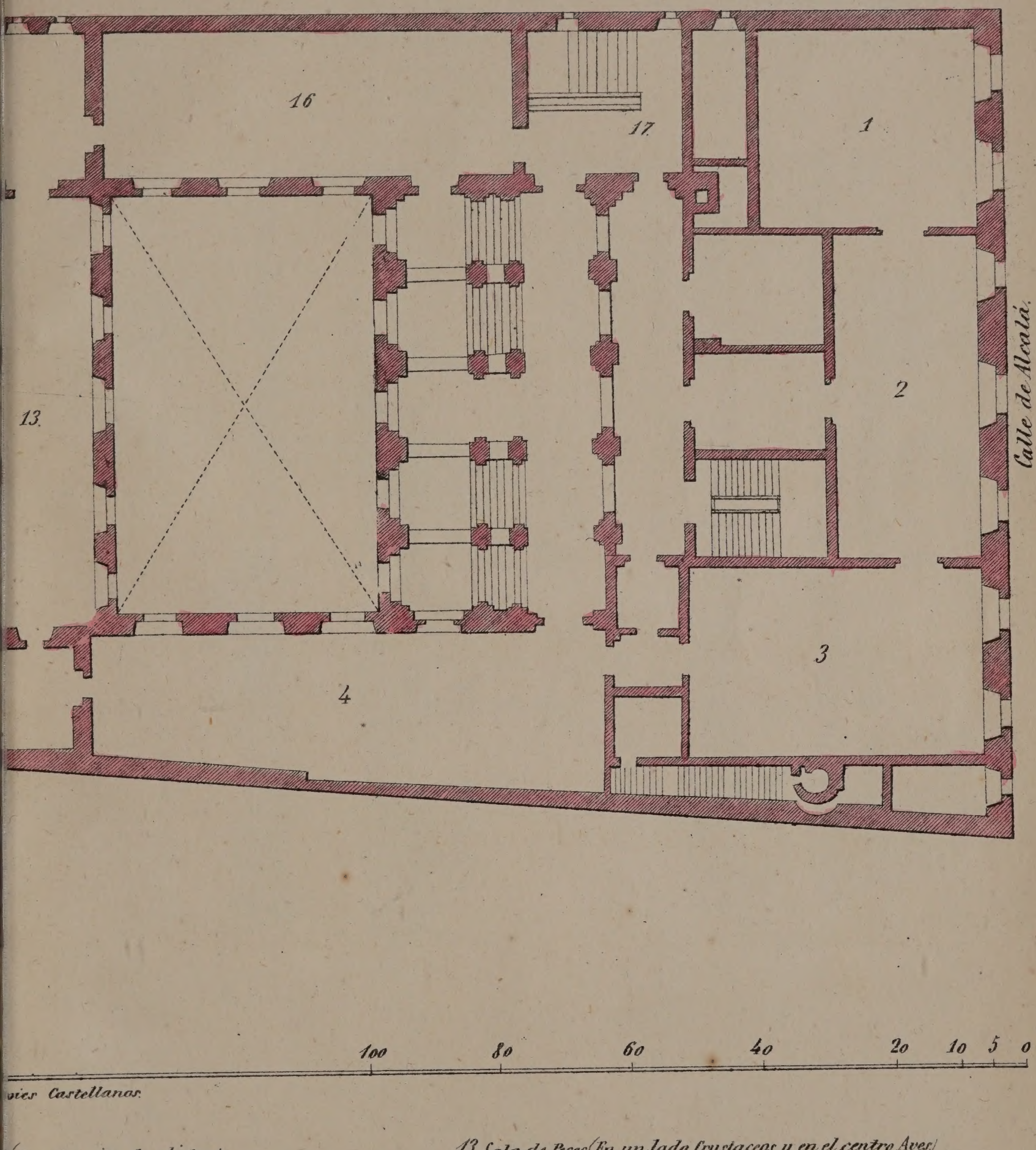
PLANO DEL CA



N.º 1. Primera Sala de Minerales
2. Segunda Sala de Minerales
3. Sala de Aves. (En el centro Grandes Mamíferos.)
4. Sala de Mamíferos.
5. Sala de Reptiles.
6. Pasillo ó corredor interior.

7. Antigua Sala de
8. Antesala para l
9. Sala pequeña, ll
10. Sala de descans
11. Catédra de Mine
12. Biblioteca.

TE DE HISTORIA NATURAL



(Hoy deposito de objetos.)

paracion de lecciones y esperimentos.

a de la libreria de Izquierdo.

Juntas de los Profesores.

a, hoy para todas enseñanzas.

13. Sala de Peces. (En un lado Crustaceos, y en el centro Aves.)

14. Sala de Antiguedades y Alhajas.

15. Sala de Fosiles. (En el centro el Megaterio)

16. Sala de Anatomia comparada.

17. Salida, Entrada y Escalera.

18. Sala de Invertebrados y Catedra. Ilamase sala de conchas.

Wellcome Library
for the History
and Understanding
of Medicine

PLANTILLA

PARA LA COLOCACION DE LAS LAMINAS DEL TOMO IX.

Lámina		Pág.
Lámina	I.	Pág. 6, y 96
—	II.	6, 20, 25
—	III.	6, 20
—	IV.	35
—	V.	6
—	VI.	6
—	VII.	6
—	VIII.	6
—	IX.	6
—	X.	302, 304
—	XI.	304, 305, 306
—	XII.	306
—	XIII.	306, 309
—	XIV.	313, 314
—	XV.	315, 316, 323, 324
—	XVI.	324, 326, 345, 346, 347
—	XVII.	313, 346, 348, 357, 358
—	XVIII.	358, 359, 360
—	XIX.	360
—	XX.	362, 364, 365, 366, 368
—	XXI.	362, 364, 366, 369, 370, 372
—	XXII.	370, 372, 375, 376
—	XXIII.	375, 376, 377
—	XXIV.	377
—	XXV.	377, 378
—	XXVI.	380, 381, 382
—	XXVII.	380, 382, 384, 385, 386
—	XXVIII.	386, 387
—	XXIX.	386, 387
—	XXX.	387
—	XXXI.	387, 388, 389, 390
—	XXXII.	389, 390, 393
—	XXXIII.	392, 393, 394
—	XXXIV.	394, 400, 401
—	XXXV.	394, 401, 403
—	XXXVI.	401, 402, 403
—	XXXVII.	403, 404
—	XXXVIII.	403, 404
Lámina	XXXIX.	Pág. 404, 405
—	XL.	405, 406
—	XLI.	406
—	XLII.	406, 407
—	XLIII.	407
—	XLIV.	407
—	XLV.	407, 409, 411
—	XLVI.	409, 410, 411
—	XLVII.	411, 412, 413
—	XLVIII.	412, 413, 415, 417
—	XLIX.	417, 418, 420
—	L.	418, 420
—	LI.	418, 420, 421
—	LII.	421, 422
—	LIII.	422, 424, 426
—	LIV.	422, 426, 427, 428
—	LV.	428, 430, 431, 433
—	LVI.	430, 432
—	LVII.	432, 433, 434
—	LVIII.	434, 436
—	LIX.	434, 435, 436
—	LX.	436
—	LXI.	436, 437
—	LXII.	438
—	LXIII.	438, 439
—	LXIV.	439, 441, 442
—	LXV.	442, 443
—	LXVI.	442, 443
—	LXVII.	444
—	LXVIII.	444, 445, 446, 447
—	LXIX.	447, 448, 451, 454, 457
—	LXX.	464, 475
—	LXXI.	457, 460, 470
—	LXXII.	447, 460, 469, 490
—	LXXIII.	489, 491, 501
—	LXXIV.	464, 472, 479
—	LXXV.	473, 490
—	LXXVI.	506

	PÁGS.
Piedra fétida.	199
Piedra pesada.	247
Pimelita.	130
Pinita.	120
Piralolita.	144
Pirita.	186
Pirita blanca.	187
Pirita capilar.	186
Pirita cuprosa.	189
Pirita magnética.	187
Piroclora.	244
Pirodmalita.	147
Pirolusita.	251
Piromorfita.	221
Piropo.	113
Pirortita.	116
Piroxena.	147
Pisasfalto.	162
Pittizita.	204
Plata.	238
Plata antimonial.	235
Plata arseniada.	228
Plata arsenical.	235
Plata córnea.	209
Plata molíbdica.	218
Plata muriatada.	209
Plata roja.	192
Plata sulfurada.	184
Platínidos (familia).	265
Platino.	id.
Pleonasta.	240
Pleonasta.	241
Plombagina.	155
Plomgomme.	241
Plomo.	238
Plomo arseniatado.	231
Plomo blanco.	177
Plomo carbonatado.	id.
Plomo córneo.	209
Plomo cromatado.	250
Plomo fosfatado.	221
Plomo gomoso.	241
Plomo oxidado rojo.	238
Plomo seleniado.	217
Plomo muriatado.	209
Plomo sulfatado.	198
Plomo sulfurado.	184
Plomo verde.	221
Plumbidos (familia).	238
Polibasita.	194
Policromo.	221
Poligminita.	244
Polihalita.	201
Pomez.	126
Potasa sulfatada.	202
Prehnita.	115
Proustita.	195
Psaturosa.	192
Pseudo malaquita.	225
Psilomelana.	253
R.	
Rejalgar.	194
Resina de Highgate.	163
Retinasfalto.	id.
Retinita.	126
Retinita.	163
Rodalosa.	203
Rodoisa.	234
Rodonita.	139
Rubelana.	132
Rubí.	239
Rubí balage.	240
Rubí espinela.	241
Rubina de arsénico.	194
Rutilo.	242
S.	
Sal admirable.	202
Sal amoniaco.	212
Sal catártica.	203
Sal comun.	210
Sal de Calatayud.	203
Sal de Epsom.	id
Sal de Glaubero.	202
Sal de Inglaterra.	203
Sal de la higuera.	id.
Sal de Sedlitz.	id.
Sal de Tartaria.	212
Sal de Vacia-Madrid.	203
Sal digestiva de Silvio.	211
Sal febrífuga.	id.
Sal gema.	210
Salitre.	181
Sal marina.	210
Sal policresta.	202
Sal volátil.	212
Sardónica.	105
Sassolina.	151
Scheelita.	247
Scheelitina.	248
Selenidos (familia).	216
Selenita.	209
Seleniuros.	216
Semelina.	245
Serpentina.	143
Sideretina.	234
Sideridos (familia).	254
Siderita.	226
Siderosa.	173
Sideróxido.	258
Silicatos.	109
Silice.	103
Silícidos (familia).	102
Sílico-aluminatos.	127
Sílico-titanato.	245
Silimanita.	110
Silvano.	218
Silvano.	219
Silvina.	211
Smitsonita.	175
Sodalita.	134
Sordawalita.	135
Sosa carbonatada.	166
Sosa muriatada.	210
Spinelana.	136
Stibiconisa.	236
Stromeyerina.	188
Subcarbonato de sosa.	166
Subsulfato de urano.	205
Sucino.	164
Sulfato verde de urano.	205
Sulfatos.	198
Sulfo-antimoniuros.	195
Sulfo-arseniuros.	196
Sulfóxido.	197
Sulfúridos (familia).	182
Sulfuro de cobalto.	190
Sulfuro de cobre.	188
Sulfuro de hierro.	186
Sulfuro de molibdeno.	188
Sulfuro de selenio.	197
Sulfuros.	183
Sulfuros arseniosos.	194
Sulfuros de antimonio.	191
Sulfuros de bismuto.	196
T.	
Talco.	144
Tantalato.	245
Tantálidos (familia).	id.
Tártaro vitriolado.	202
Tennantita.	197
Teluridos (familia).	218
Teluro.	id.
Teluro gráfico.	219
Telururo.	218
Thallita.	117
Thenardita.	202
Thomsonita.	119
Thorita.	137
Thulita.	117
Tierra de colonia.	160
Tierra de sombra.	id.
Titanato.	245
Titanidos (familia).	242
Titanita.	id.
Titanóxido.	id.
Topacio.	215
Topacio bacilar.	id.
Torrelita.	140
Tremolita.	148
Triclasita.	111
Trifana.	121
Triplita.	222
Tungstato.	247
Tungstidos (familia).	id.
Turba.	160
Turmalina.	134
U.	
Ultramar.	135
Ulla.	156
Uraconisa.	251
Uránidos (familia).	250
Uranita.	225
Urano oxidado.	id.
Urao.	166
Urato.	164
V.	
Vauquelinita.	250
Verde de montaña.	178
Vesuviana.	116
Vitriolo blanco	203
Vivianita.	224
W.	
Wagnerita.	222
Walmstedtita.	173
Wawellita.	226
Websterita.	206
Wernerita.	118
Witerita.	176
Wolfram.	247
Wolfram blanco.	id.
Wollastonita.	146
Y.	
Yeso.	200
Yeso anhidro.	id.
Z.	
Zafirina.	127
Zafiro.	238
Zeolita.	131
Ziguelina.	262
Zinconisa.	175
Zinc sulfatado.	203
Zinc sulfurado.	185
Zinkenita.	191
Zircon.	136
Zoisita.	116

FIN DEL INDICE DEL TOMO NOVENO Y ULTIMO.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE